
LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University


21. 26950.
Vom rollenden Flügelrad
Darstellung der Technik des heutigen Eisenbahnwesens
von A. v. Schweiger-Lerchenfeld.
Mit 300 Abbildungen.
A. Hartleben's Verlag.

Vom rollenden Flügelrad.

Vom rollenden Flügelrad.

Darstellung

der

Technik des heutigen Eisenbahnwesens.

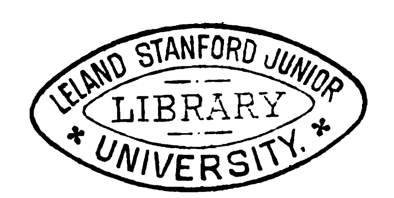
Von

Amand Freih. v. Schweiger-Lerchenfeld.

Mit 25 Vollbildern und 669 Abbildungen und Figuren im Texte.



Wien. Pest. Leipzig.
A. Hartleben's Verlag.
1894.



Druck von Friedrich Jasper in Wien.

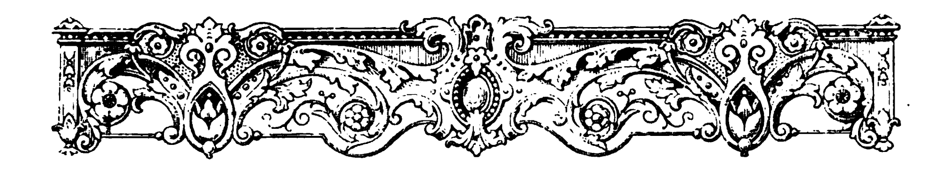
Den Manen

George Stephenson's

des genialen Schöpfers der ersten Locomotiv-Eisenbahn.

. . . . »Die Eisenbahn, vollständig und fertig, wie sie uns Stephenson hinterließ, ist ein Product der Nothwendigkeit und des Geistes ihrer Zeit. Das *ungelehrte Talent*, das gesunde praktische Denken des Volkes, die *schwielige Hand* des Arbeiters hat sie allein geschaffen; *die Schulweisheit hat keinen Antheil an ihr*. Keine Formel ist bei der größten technischen Schöpfung unserer Zeit entwickelt, keine Gleichung dabei gelöst worden.« . . . .

M. M. Freih. v. Weber.



Vorwort.

Das Werk, welches ich hiermit den Freunden des Eisenbahnwesens — und auf sie ist in erster Linie Rücksicht genommen — in die Hände lege, ist, so weit mir bekannt, der erste Versuch, die Eisenbahntechnik in eine populäre Darstellung zu kleiden. Das Unternehmen schien gewagt, wenn man bedenkt, daß die Technik des Eisenbahnwesens das hervorragendste Object der Ingenieurwissenschaften ist, also einer Disciplin, welche ihres exacten Inhaltes wegen einer gemeinverständlichen Behandlung sich schwer unterziehen läßt. An dieser Klippe verzagen, hieße, weiten Kreisen einen sachlichen Einblick in Dinge vorenthalten, die ihnen im alltäglichen Leben ununterbrochen vor Augen treten und ihre Aufmerksamkeit nachhaltig erregen, ohne daß sie immer und jederzeit in der Lage wären, in das Wesen dieser Dinge klar zu blicken. Gewiß ist, daß sowohl die Entwickelung dieses wichtigen technischen Zweiges, sowie alle damit verbundenen Fortschritte, welche mit den Interessen des öffentlichen Lebens inniger in Wechselwirkung stehen, als irgend ein anderer Zweig der praktischen Wissenschaften, jeden Einzelnen nach Maßgabe des Verständnisses, welches er der Eisenbahntechnik entgegenbringt, nachhaltig beschäftigen.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, erschien es als eine dankbare Aufgabe, dem gebildeten Leser ein zusammenfassendes Gemälde der vielerlei Elemente des technischen Eisenbahnwesens, anschaulich geschrieben und durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, vor Augen zu führen. Die Aufgabe war nicht leicht, konnte jedoch unternommen werden, wenn die Darstellung sich auf Dinge beschränkte, welche dem allgemeinen Interesse naheliegen und zu deren sachlichem Erfassen Fachkenntnisse nur insoweit vorausgesetzt wurden, als selbe zum Verständnisse technischer Einrichtungen unbedingt nothwendig sind. Um indes den Inhalt des Werkes nicht zu verflachen, wurde den textlichen Ausführungen, wenn nur immer angänglich, eine streng sachliche Unterlage gegeben, wobei es vornehmlich darauf ankam, die der allgemeinen Verständlichkeit gezogene Grenze nicht zu überschreiten. Sollte mir dies gelungen sein, würde ich die dem Werke zugewendete Mühe im reichlichen Maße entlohnt sehen.

Dem Eisenbahnfachmanne in einem populären Werke Neues bieten zu wollen, lag mir völlig ferne. Gleichwohl glaube ich dessen Zustimmung sicher zu sein, daß die compendiöse Zusammenfassung des ungeheuer weitschichtigen Stoffes, vornehmlich aber die Heranziehung eines überreichen Bildermateriales, dem Werke einen Inhalt verleiht, dessen sachlicher Werth nicht zu leugnen ist. Unterstützt wird diese Voraussetzung durch den Umstand, daß es mir — dank dem freundlichen Entgegenkommen einer großen Zahl von Eisenbahnämtern, Locomotiv- und Waggonbau-Werkstätten u. s. w. — möglich war, ein überaus reichhaltiges Material zu verarbeiten, welches selbst Fachmännern nicht ohne weiteres in die Hände zu fallen pflegt. Aus diesem Grunde halte ich es für meine Pflicht, den nachbenannten Anstalten für das mir entgegengebrachte Wohlwollen meinen aufrichtigen Dank auszusprechen. Besonders werthvolles Material (meist prachtvolle Photographien) haben für die Zwecke des Werkes beigestellt: die Locomotivfabriken: Henschl & Sohn in Kassel, Kraus & Comp. in München, v. Maffei in München, Berliner Maschinenbau-Actiengesellschaft, Vereinigte Elsässische Maschinenfabriken in Mülhausen, Locomotivfabrik vorm. G. Sigl in Wr.-Neustadt, Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft in Wien, die Locomotivfabrik zu Floridsdorf bei Wien (vornehmlich Berglocomotiven), Maschinenfabrik der kgl. ungarischen Staatsbahnen, die Locomotivfabrik in Winterthur (Schweiz), John Cockerill in Seraing (Belgien), Dubs & Co. und Sharp, Stewart & Co., beide in Glasgow, Baldwin in Philadelphia und Rogers in Paterson (New-Jersey); die Waggonfabriken: Van der Zypen und Charlier in Köln-Deutz, Nürnberger Maschinenbau-Actiengesellschaft, F. Ringhoffer in Smichow-Prag, J. Rathgeber in München, Herbrand & Co. in Ehrenfeld-Köln, Schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf und Pullman's Palace Car Cy. in Chicago; schließlich A. Koppel (transportable Bahnen) in Berlin und J. Pohlig (Otto'sche Drahtseilbahnen) in Köln und Brüssel.

Der Verfasser.



Inhalts-Verzeichniß.

Allgemeine Uebersicht.

Eintheilung der Eisenbahnen.

Erster Abschnitt: Der Schienenweg.

Unterbau.

Den Eisenbahnfachmännern [illegible] einem [illegible] Werke Neues bieten zu wollen, [illegible] völlig ferne. Gleichwohl [illegible] ich [illegible] Erinnerung [illegible] zu sein, daß die [illegible] Zusammenfassung des [illegible] Stoffes, [illegible] die Herausgabe eines [illegible] Werkes, dem einen Inhalt [illegible], dessen [illegible] Werth nicht zu [illegible] und [illegible] — durch das freundliche Entgegenkommen einer großen Zahl von Eisenbahnen, Locomotiv- und Waggonbau-Werkstätten u. s. w. — möglich war, ein [illegible] Material zu verarbeiten, welches [illegible] in die Hände zu fallen pflegt. Aus diesem Grunde halte ich es für meine Pflicht, den nachbenannten Anstalten für das mir entgegengebrachte [illegible] meinen [illegible] Dank auszusprechen. Besonders werthvolles Material [illegible] haben für die Zwecke des Werkes beigestellt: die Locomotivfabriken: Henschel & Sohn in Kassel, Krauss & Comp. in München, [illegible] Maffei in München, Berliner Maschinenbau-Actiengesellschaft, Vereinigte Elsässische Maschinenfabriken in Mülhausen, Locomotivfabrik vorm. G. Sigl in Wr.-Neustadt, Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft in Wien, die Locomotivfabrik zu Floridsdorf bei Wien (vornehmlich Berglocomotiven), Maschinenfabrik der kgl. ungarischen Staatsbahnen, die Locomotivfabrik in Winterthur (Schweiz), John Cockerill in Seraing (Belgien), Dubs & Co. und Sharp, Stewart & Co., beide in Glasgow, Baldwin in Philadelphia und Rogers in Paterson (New-Jersey); die Waggonfabriken: Van der Zypen und Charlier in Köln-Deutz, Nürnberger Maschinenbau-Actiengesellschaft, F. Ringhoffer in Smichow-Prag, J. Rathgeber in München, Herbrand & Co. in Ehrenfeld-Köln, Schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf und Pullman's Palace Car Cy. in Chicago; schließlich A. Koppel (transportable Bahnen) in Berlin und J. Pohlig (Otto'sche Drahtseilbahnen) in Köln und Brüssel.

Der Verfasser.



Inhalts-Verzeichniß.

Allgemeine Uebersicht.

Eintheilung der Eisenbahnen.

Erster Abschnitt: Der Schienenweg.

Unterbau.

Oberbau.

Zweiter Abschnitt: Die Eisenbahnfahrzeuge.

1. Die Locomotiven.

2. Die Personenwagen.

3. Die Güterwagen.

4. Die Garnituren.

Dritter Abschnitt: Die Stationen und das Signalwesen.

1. Die Bahnhofsanlagen.

2. Die Eisenbahn-Telegraphen und das Signalwesen.

Vierter Abschnitt: Betrieb und Bahnschutz.

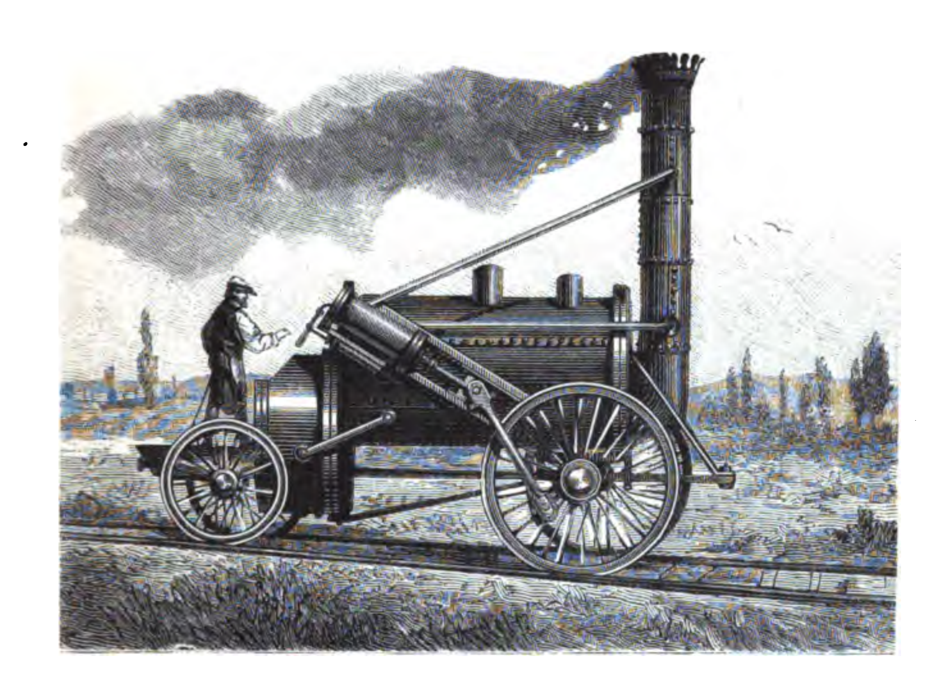
1. Die Züge in der Bewegung.

2. Betriebsstörungen.

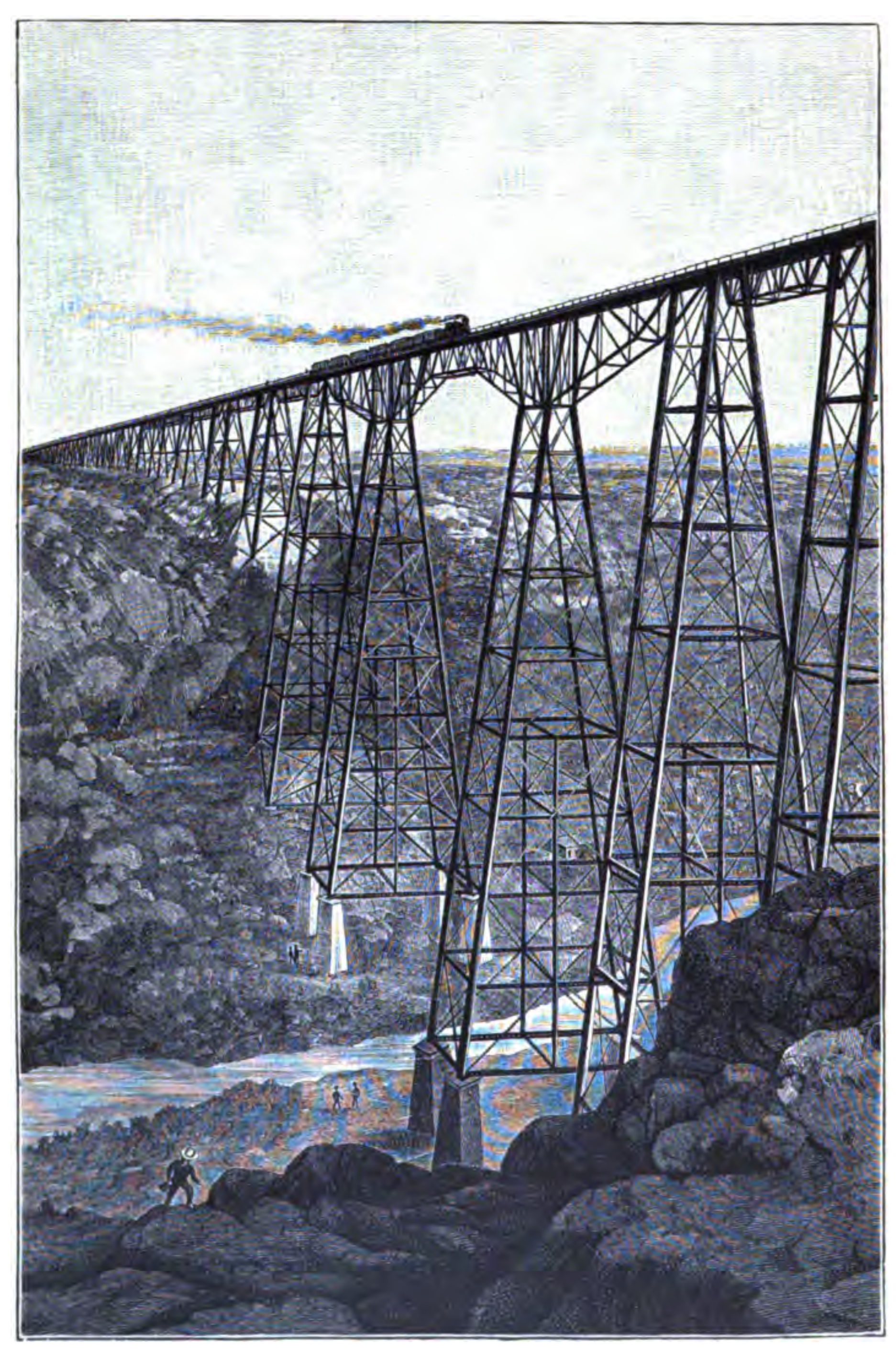
Fünfter Abschnitt: Eisenbahnen niederer Ordnung. — Außergewöhnliche Constructionen.

1. Stadtbahnen.

Allgemeine Uebersicht.



Geschichtliches. — Eintheilung der Eisenbahnen.



Viaduct über den Pecos River (Süd-Pacificbahn).
Länge 763 Meter, größte Höhe 100·6 Meter, größte Spannweite 56·4 Meter. Fertiggestellt anfangs November 1891 durch A. Bonzano. Entwurf von H. A. M'Kee.)



Auf der Eisenbahn Jaffa-Jerusalem.

Allgemeine Uebersicht.

Der wahre Fortschritt ist kein Ergebniß des Zufalls und hängt nicht von den Reichthümern ab, welche günstige Umstände den Menschen in den Schoß legen, sondern er wurzelt in der Thatkraft des menschlichen Geistes. Wo immer und wann immer dieses Ferment im Lebenslauf der Völker zu erlahmen begann, trat jener ruhende Punkt auf, um den sich entnervende Weichlichkeit, unnatürlicher Stillstand und sclavische Entäußerung der Willenskraft als drei lähmende kataleptische Ringe legten, unter deren Bleigewicht selbst weltbeherrschende Civilisationen (z. B. jene Roms) erdrückt wurden. Aus solchen Zuständen der Lebensstarre keimen jene tiefgehenden Umwandlungen hervor, deren wirkende Kräfte im Sinne des Zeitgeistes sich entfalten. Selbst mächtige Impulse, welche diesem Zeitgeist widerstreben, führen niemals zum Ziele. Zwischen Ideen und Interessen besteht ein nimmerruhender Kampf, da die Mannigfaltigkeit der Thatsachen auf beiden Seiten eine unendliche Vielzahl von Conflictspunkten schafft.

Da nach einem bekannten Fundamentalsatze Leben und Bewegung integrirende Begriffe sind, wird — im Sinne der Cultur — das reichste Leben dort zu finden sein, wo die aufeinander reagirenden Kräfte die dauernde Wirksamkeit des Realbesitzes fördern, indem sie die durch den Raum und die Zeit gegebenen Trennungen nach Thunlichkeit abkürzen. Die Güter, die im Raume verschoben werden müssen, um Production und Consumtion einander zu nähern, ruhen im Sinne ihrer wirthschaftlichen Kraft während der Dauer der Verschiebung. Je geringer der Zeitaufwand hierbei ist, beziehungsweise je rascher sich durch die gegebenen Hilfsmittel die räumlichen Verhältnisse überwinden lassen, desto intensiver wird der ruhende Volksreichthum in lebendige wirthschaftliche Kräfte umgesetzt.

Durch die ganze Geſchichte der Menſchheit macht ſich das Axiom geltend, daß diejenigen Völker die reichſten und fortgeſchrittenſten und demgemäß die geſittetſten waren und ſind, welche im Raume die größte Beweglichkeit bethätigten durch Erweiterung ihres Geſichtskreiſes über ausgedehnte Gebiete, die jeweils beſtehenden geiſtigen und materiellen Zuſtände gegeneinander abwägen und aus der Vielzahl der Erſcheinungen die Summe ziehen konnten, welche ihr Denken und Handeln leitete. Auf dieſen Sachverhalt ſtützt ſich die ungeheuere Bedeutung des Welthandels und der Bewegung geiſtiger und materieller Güter innerhalb zweckmäßiger Wirkungskreiſe überhaupt. Die Hilfsmittel hierzu waren nicht immer die gleichen und beſchränkten ſich in entlegenen Zeiten, da die Unſicherheit des Verkehrs über Land und der Mangel an geographiſchen Kenntniſſen der Ueberwindung der Raumverhältniſſe noch unüberſteigliche Hinderniſſe entgegenſetzten, auf die Schiffahrt, d. h. auf den Seeweg.

Ein hervorragender Culturforſcher hat den geiſtvollen Satz ausgeſprochen, daß die »Geſchichte der Wege« — welche noch nicht geſchrieben iſt — die Geſchichte der Civiliſation ſei. Und conform dieſer Anſchauung ermißt man die Bedeutung des geflügelten Wortes eines James Watt: »The roadmap of a country is the likenes of its welfare« — die Straßenkarte eines Landes iſt das Bildniß ſeiner Wohlfahrt. Die Wege nun, welche die Civiliſation im Laufe der Jahrtauſende gewandelt iſt, waren nicht immer glatt, die Mittel, ſie auszunützen, nicht immer gleichwerthig den zu bewältigenden Aufgaben. Aber der Keim zu einer großartigen Entfaltung dieſer Mittel lag in der Natur ſelbſt, er ſchlummerte in ihr, ein ruhender Punkt inmitten der latenten Kräfte.

Und wie voreinſt die Propheten auftauchten, welche die verhüllte Wahrheit entſchleierten und den von Dämmerungen umdunkelten menſchlichen Geiſt mit dem Funken der Erkenntniß erhellten, traten jene anderen, modernen Propheten auf die Schaubühne, welche das Weſen der Naturkräfte erfaßten und die ſchlummernden Titanen zu ungeahntem Leben erweckten. Aber auch Rieſen ſind, wenn ſie in die Welt treten, zunächſt noch Wickelkinder, welche mühſam aufgezogen werden müſſen. Ein Knirps dieſer Art war der Titane Dampf, als er im kindlichen Uebermuth den Deckel von Watt's Theemaſchine wegſchleuderte. Er iſt ſeitdem ein mächtiger, weltbeherrſchender Herr geworden und man darf wohl ſagen, daß keine noch ſo wirkſame Kraft des im menſchlichen Geiſte ſich bethätigenden Weltintellects eine ſo großartige Umformung der Civiliſation hervorgerufen hat, als jene rohe Naturkraft, welche zu meiſtern und zu zügeln dem Menſchen ſo trefflich gelungen iſt.

Mit der von der fortſchreitenden wiſſenſchaftlichen Erkenntniß getragenen Ausnützung der Naturkräfte — des Dampfes und der Elektricität — hat die Cultur innerhalb eines verhältnißmäßig kurzen Zeitraumes eine Verallgemeinerung gefunden, die mit keiner anderen Errungenſchaft der Menſchheit ſich vergleichen läßt. Dampfkraft und Elektricität prägen unſerem Jahrhundert einen beſtimmten Charakter auf, ſie ſind die Kräfte, welche den ganzen ungeheueren Austauſch geiſtiger

und materieller Güter bewirken, die todten und lebenden Massen in Bewegung setzen und lebend erhalten: mächtig, impulsiv, die Leistungsfähigkeit des Menschen auf Permutationen einer unübersehbaren Vielzahl von Factoren stellend. Je großartiger diese Leistungsfähigkeit sich entfaltet, desto nachhaltiger ist der Eindruck, den man vom menschlichen Können erhält. »Der Mensch ist nicht in dem Sinne der Günstling der Natur, daß diese Alles für ihn gethan hätte, sondern in dem Sinne, daß sie ihm die Macht verliehen hat, Alles für sich selbst zu thun.«

Eine einfache Rechnung hat ergeben, daß die Gesammtmasse der producirten Kohlen eine Leistungsfähigkeit von über 1500 Millionen Arbeitern repräsentirt, daß also alle zur Zeit lebenden Menschen nicht ausreichen würden, die Dampfkraft zu ersetzen. Und außer der Steinkohle wirken noch andere Brennstoffe, und neben der Dampfkraft noch andere mechanische Kräfte mit, die heutige Gütererzeugung der Welt zu fördern, beziehungsweise die im Welthandel liegenden Güterwerthe zu bewegen. Nirgend sonstwo tritt das Causalitätsprincip so scharf hervor wie hier. Die in ungeheuerer Menge in Action gesetzten Arbeitskräfte bedürfen eine ebenso ungeheuere Masse von Rohstoffen, welche nicht zur Stelle gebracht werden könnten, wenn nicht Dampf und Elektricität in Wirksamkeit träten, und die aus jenen gewonnenen Industrieproducte nicht ebenso ausgiebig und rasch in Circulation versetzten. Es ist sonach klar, daß jede Steigerung der Arbeitskräfte, beziehungsweise der Arbeitsleistung ein rascheres Pulsen des Verkehrs voraussetzt, und daß das beschleunigte Tempo in der Translation wieder nur entweder durch Abkürzung der Wege oder Zeitgewinn erreicht werden kann.

Die Abwägung der Ursachen und Wirkungen, welche in den Pulsschlägen des Weltverkehrs in die Erscheinung treten, die daraus folgernden Calculationen und Combinationen, welche den Gleichgewichtszustand zwischen Nachfrage und Bedarf regeln, die beständig fluctuirenden Werthe ins Gleichgewicht setzen und die Summe aller materiellen Wirkungen zu einem gesetzmäßigen Aufbau der öffentlichen Interessen und des Volkswohlstandes gestalten: das ist der Bereich der geistigen Arbeit des Nationalökonomen. Er allein aber vermöchte die Dinge nicht im Gange zu halten, wenn ihm nicht eine andere Kraft zur Seite stünde, welche die theoretische Speculation in praktisches Können umsetzt.

Das ist der Ingenieur. Er bedarf nicht des universellen Ueberblickes, der den geistigen Vertreter der Weltwirthschaft auszeichnet; er würfelt nicht um Milliarden und schlägt nicht seine Fangnetze über unübersehbare Gebiete. Seine geistige Potenz aber ist concentrirter, sie ist weniger beweglich als zielbewußt, weniger centrifugal als centripetal. Der Scharfsinn des Constructeurs, dessen mechanisches Genie die Mittel ausfindig macht, mittelst welchen die Wirkungen der Kräfte in maschinelle Arbeit umgesetzt werden: er ist es, welcher die Ideen, von welchen der Welthandel befruchtet ist, verwirklicht. Die Wege, welche der Nationalökonom der Bewegung im Raume vorzeichnet, muß der Ingenieur öffnen. Er unterwühlt die Grundfesten der Gebirge, wirft das Netzwerk seiner Eisenbrücken über Thäler,

Ströme und Meeresarme und bricht sich durch alle Hindernisse Bahn. In seiner Hand liegt der kunstvolle Mechanismus, welcher die Schiffskolosse sicher durch die Wogen des Oceans führt, die schwerbelasteten Wagenzüge im Fluge dahingleiten läßt. Von seinem Können hängt es ab, ob die Menge des zu befördernden Gutes zu bewältigen sei oder nicht, und seiner schöpferischen Kraft ist es zu danken, wenn hundertfältige Organe zu einem sinnverwirrenden Getriebe ineinandergreifen, in gesetzmäßiger Wechselwirkung sich gegenseitig fördernd und entlastend.

Es ist bezeichnend, daß das fortgeschrittenste Volk der Welt — die Engländer — das einzige ist, welches schon frühzeitig die große Bedeutung der technischen Wissenschaft als ebenbürtigen Factor im Geistesleben der Völker erkannte und seine großen Ingenieure gleich den anderen Geistesheroen ehrte. Man hat ihnen Denkmäler gesetzt, ihr Andenken in Erz verewigt. Wir sehen in den Vestibuls der großen englischen Eisenbahnen die Standbilder ihrer Erbauer und begegnen ihnen wieder in den Städten, wo sie geboren wurden oder gewirkt haben. Die Meister der Ingenieurkunst schauen auf uns herab, wenn wir den großen Prunksaal der ersten technischen Gesellschaft der Welt, des »Königlichen Institutes der Civilingenieure« in London, betreten. Und damit diese Meister auch an der höchsten Ehrenbezeugung, welche das englische Volk seinen großen Todten erweisen kann, Antheil hätten, hat man sie in die Gruft der Westminster-Abtei gebettet.

Das heutige Weltverkehrswesen gipfelt in den fünf Institutionen moderner Zeit: den Eisenbahnen, der Schiffahrt, den Straßen und Canälen, der Post und den Telegraphen. Wenn nun auch die großartige Entfaltung der modernen Civilisation dem Zusammenwirken dieser Institutionen zu danken ist, löst sich gleichwohl das Eisenbahnwesen von jener Fünfzahl als diejenige Errungenschaft ab, welche, wie keine andere, dem gewaltigen Drängen der menschlichen Arbeit Vorschub geleistet und den fortwirkenden Bedingungen des Lebens der Culturvölker eine Grundlage gegeben hat, von der man vor etwas mehr als einem halben Jahrhundert keine Ahnung hatte. Die wirthschaftliche Speculationskraft hat in den Eisenbahnen ihren leistungsfähigsten Förderer gefunden. Es wäre weit gefehlt, das technische Genie als den Gehilfen des Speculationsgeistes anzusehen; denn zu Zeiten wird dieser sehr hilflos, sein Calcül geht in die Brüche und alles technische Können ist vergebens, wenn die schweren Rechenfehler, die sich die Speculation zu Schulden kommen läßt, das vom Techniker geschaffene Werk gänzlich entwerthen.

Es darf indes nicht übersehen werden, daß das wirthschaftliche Leben, sofern wir es von der Materie, an der es unmittelbar haftet und von der es ausgeht, loslösen können, nichts als sittliche Momente und sittlich wirkende Kräfte enthält. Die Bewunderung, die wir dieser großartigen Bewegung entgegentragen, kann also in gleichem Maße an den Milliarden, welche durch die gesammte Weltwirthschaft fluctuiren, hängen, als an den tiefgehenden Wirkungen im Sinne der Aufklärung und Erkenntniß, welche das wirthschaftliche Leben stützen, ihr Genügen finden. Zu diesem ethischen Grundzug gesellt sich die Wissenschaft, welche uns ver-

möge ihrer Fortschritte die Möglichkeit darbietet, dem Verkehrswesen als Dienerin der Weltwirthschaft der Vollkommenheit immer näher zu bringen und ihr eine unbeschränkte Zahl von denkenden, forschenden und erfindenden Köpfen zuzuführen. Aber weder das Verkehrswesen im Allgemeinen noch das Eisenbahnwesen allein bildet eine Wissenschaft für sich; es ist vielmehr ein Vereinigungspunkt vieler Disciplinen, der Brennpunkt, in welchem die Strahlen eines ebenso reichen als der Allgemeinheit nützlichen Geisteslebens zusammenlaufen.

Die Geschichte der Eisenbahnen reicht, wie bekannt, bis in den Anfang des 18. Jahrhunderts zurück und beginnt in England und Amerika mit den unvollkommenen Bergwerksbahnen. Aber erst 1814 gelang es Georg Stephenson eine brauchbare Maschine zu construiren, die im Stande war, auf einem Geleise Güter zu transportiren. Im Jahre 1829 endlich wurde für Menschen und Güter die erste Locomotivbahn zwischen Liverpool und Manchester eröffnet. Mehr als ein Jahrhundert brauchte der Gedanke für seine richtige Construction.

Mit Schluß des Jahres 1890 aber — also nach genau sechs Jahrzehnten — waren auf der ganzen Erde 617.285 Kilometer Locomotivbahnen im Betriebe, eine Länge, welche nahezu das 15½fache des Umfanges der Erde am Aequator und das 1⅔fache der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde darstellt. Denkt man sich alle Bahnen der Erde als ein einziges zusammenhängendes Geleise, so würde ein Schnellzug mit einer Geschwindigkeit von 60 Kilometer pro Stunde 422 Tage (oder rund 1 Jahr und 2 Monate) benöthigen, um die ganze Strecke zu durchlaufen,

Auf die einzelnen Erdtheile entfallen von der vorstehend angegebenen Gesammtlänge von 617.285 Kilometer, und zwar auf:

Amerika . . .	331.417	Kilometer	(54 %)
Europa . . .	223.869	»	(36 %)
Asien	33.724	»	(5½%)
Australien . .	18.889	»	(3 %)
Afrika . . .	9.386	»	(1½%)

In Europa stellt sich die Rangordnung der einzelnen Staaten in Bezug auf die absolute Länge der Eisenbahnen wie folgt:

Deutschland . . .	mit	42.869	Kilometer	
Frankreich	»	36.895	»	
England	»	32.297	»	
Rußland	»	30.957	»	
Oesterreich-Ungarn .	»	27.113	»	
Italien	»	12.907	»	
Spanien	»	9.878	»	
Schweden	»	8.018	»	
Belgien	»	5.263	»	
Schweiz	»	3.190	»	
Niederlande . . .	»	3.060	»	u. s. w.

Die relative Länge, d. i. per 100 Quadratkilometer, ergiebt eine andere Gruppirung, und zwar:

Belgien . .	. mit	17·8	Kilometer
England . . .	»	10·3	»
Niederlande . .	»	8·8	»
Deutschland . .	»	7·7	»
Schweiz	»	7·7	»
Frankreich . . .	»	7·0	»
Italien	»	4·4	»
Oesterreich-Ungarn	»	4·0	»
Spanien . . .	»	1·9	»
Schweden . . .	»	1·8	»
Rußland . . .	»	0·6	»

Eine ganz wesentliche Verschiebung dieser Reihenfolge ergiebt sich, wenn man die Gesammtlänge der Eisenbahnen in den vorgenannten Ländern zu deren Bewohnerzahl in ein relatives Verhältniß bringt. Es entfallen dann auf je 10.000 Einwohner in

Schweden	16·8	Kilometer
Schweiz	10·8	»
Frankreich	9·6	»
Deutschland	8·7	»
Belgien	8·6	»
England	8 5	»
Niederlande	6·4	»
Oesterreich-Ungarn .	6·2	»
Spanien	5·2	»
Italien	4·3	»
Rußland	3·2	»

Auffallend groß stellt sich dieses Verhältniß in Australien, wo in Neuseeland auf je 10.000 Einwohner 50·1 Kilometer Eisenbahnen kommen, in Queensland 87·2, in Südaustralien 88·4 und in Westaustralien vollends 168·4 Kilometer. Es kennzeichnet dies eine relativ große Entwickelung der Schienenwege in Ländern mit sehr dünn gesäeter Bevölkerung. Aehnliche Verhältnisse bestehen in Amerika, wo beispielsweise in Britisch-Nordamerika auf je 10.000 Einwohner 46·7, in den Vereinigten Staaten 42·7 Kilometer Eisenbahnen entfallen.

Es ist selbstverständlich, daß ein so großartig entwickeltes Eisenbahnnetz einen gewaltigen Aufwand von Fahrbetriebsmitteln erfordert. Nach einer Schätzung wird das Rollmaterial sämmtlicher Eisenbahnen der Erde mit Schluß des Jahres 1890 auf rund 120.000 Locomotiven, 250.000 Personenwagen und 3 Millionen Güterwagen veranschlagt. Mit diesen Fahrbetriebsmitteln wurden etwa 2000 Millionen Personen und 1200 Millionen Tons Güter befördert, so daß im Durchschnitt

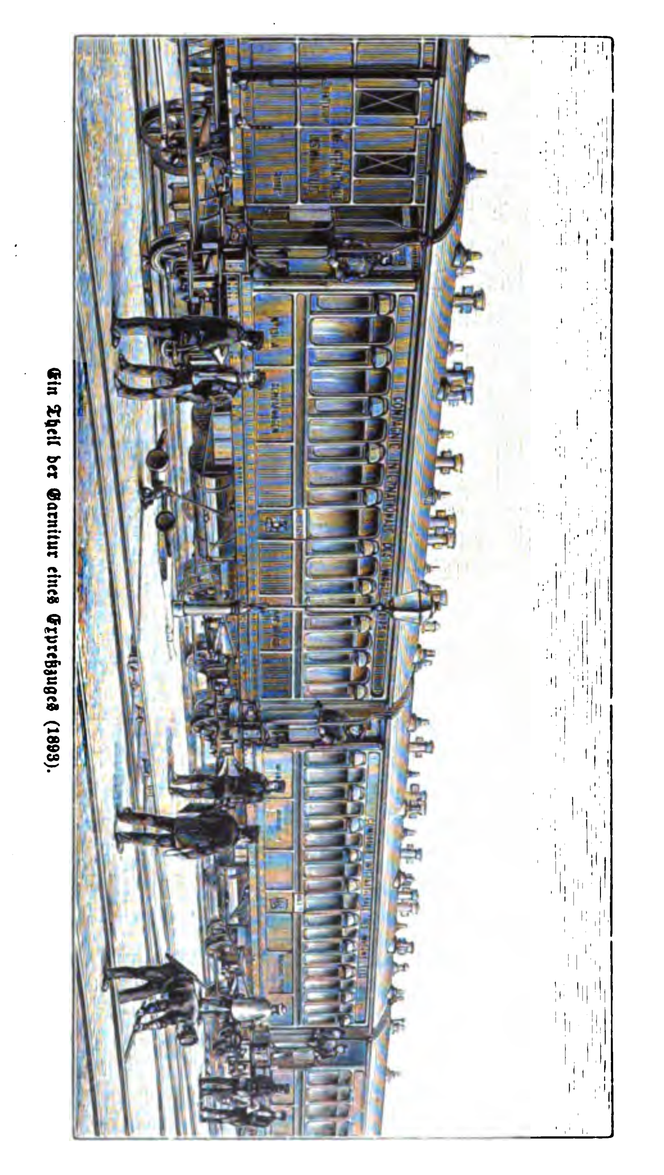
täglich etwa 5½ Millionen Personen auf allen Schienenwegen der Erde verkehrten und ungefähr 3⅓ Millionen Tons Güter an ihren Bestimmungsort gebracht wurden. Die Zahl der auf der Erde für den Eisenbahnbetrieb thätigen Personen betrug im Jahre 1865 2 Millionen, 1885 2½ Millionen, dürfte sonach zur Zeit 3 Millionen erreichen, was einem Familienstande von 8 Millionen Menschen entspricht.

Der Ausdehnung des Schienennetzes der Erde entsprechend ist der Capitalsaufwand, welchen dasselbe bedingt. Am Schlusse des Jahres 1890 bezifferte sich das Gesammtanlagecapital auf rund 135 Milliarden Mark. Den größten Antheil an dieser Summe haben, wie nicht anders zu denken, die Vereinigten Staaten von Amerika, nämlich circa 43·6 Milliarden. Weiter folgen der Reihe nach: England mit 14·9 Milliarden, Frankreich mit 11·5, Deutschland mit 10·4, Rußland mit 6·5, Oesterreich-Ungarn mit 6·2 Milliarden Mark. Am relativ höchsten beziffert sich das Anlagecapital bei den englischen Bahnen mit 555.762 Mark pro Kilometer. Hieran schließen Belgien mit 327.125, Frankreich mit 318.969, die Schweiz mit 274.263, Deutschland mit 250.390, Oesterreich-Ungarn mit 247.238, Italien mit 237.630 und Rußland mit 230.330 Mark pro Kilometer. — Die Vereinigten Staaten, deren Eisenbahnen mit größtmöglicher Oekonomie hergestellt werden, weisen nur 165.957 Mark pro Kilometer auf. Im Durchschnitte entfallen in Europa auf den Kilometer Eisenbahn 302.500 Mark, in den außereuropäischen Ländern hingegen nur 160.000 Mark. Das niedrigste Anlagecapital weisen die Eisenbahnen Australiens (meist zwischen 50.000 und 100.000 Mark), jene Norwegens (93.053 Mark), Schwedens (108.821 Mark) und Dänemarks (113.600 Mark) auf.

Wenn man den einfachen technischen Mechanismus der ersten Eisenbahnen mit dem jetzigen Aufwand an maschinellen Hilfsmitteln, dem reichen Detail in den constructiven Elementen, der großartigen Ausgestaltung der Kunstbauten, der Bahnhofsanlagen und der ingeniösen Auskunftsmittel behufs Consolidirung der Bahn im schwierigen Terrain, beziehungsweise Aufrechterhaltung ihres Betriebes, einer Vergleichung unterzieht, erfaßt man unschwer den ungeheueren Reichthum von Talent und Können, der sich in den Dienst des Eisenbahnwesens gestellt und hierbei schier Unglaubliches vollbracht hat. Man denke an die ersten in England in Gebrauch gekommenen Maschinen und stelle ihnen die jetzigen Zugmittel mit ihrem complicirten Organismus, der sinnreichen Ausnützung der Dampfexpansion, der gewaltigen Leistungskraft der schwersten Typen mit ihren gekuppelten Achsen, Vauclain'schen Zwillingscylindern, Doppelkesseln u. dgl. gegenüber, und man wird zugeben müssen, daß hierbei die Vergleichsmomente eigentlich gänzlich fehlen, indem das Gewordene dem Urbild so wenig gleicht, wie ein bahnbrechendes Genie dem lallenden Kinde, das es einst gewesen.

Wie mit den Locomotiven ist es mit den Wagen bestellt. An Stelle der auf Schienen rollenden Kalesche ist der moderne Salonwagen getreten, jenes luxuriöse

temporäre Heim des unruhigen Menschenkindes, das im Expreßzuge in einigen Tagen Europa von einem Endpunkte zum anderen durchfliegt. In sausendem Fluge geht es durch meilenlange Tunnels, über thurmhohe Brücken, deren Gewirr von Eisen-



Ein Theil der Garnitur eines Expreßzuges (1893).

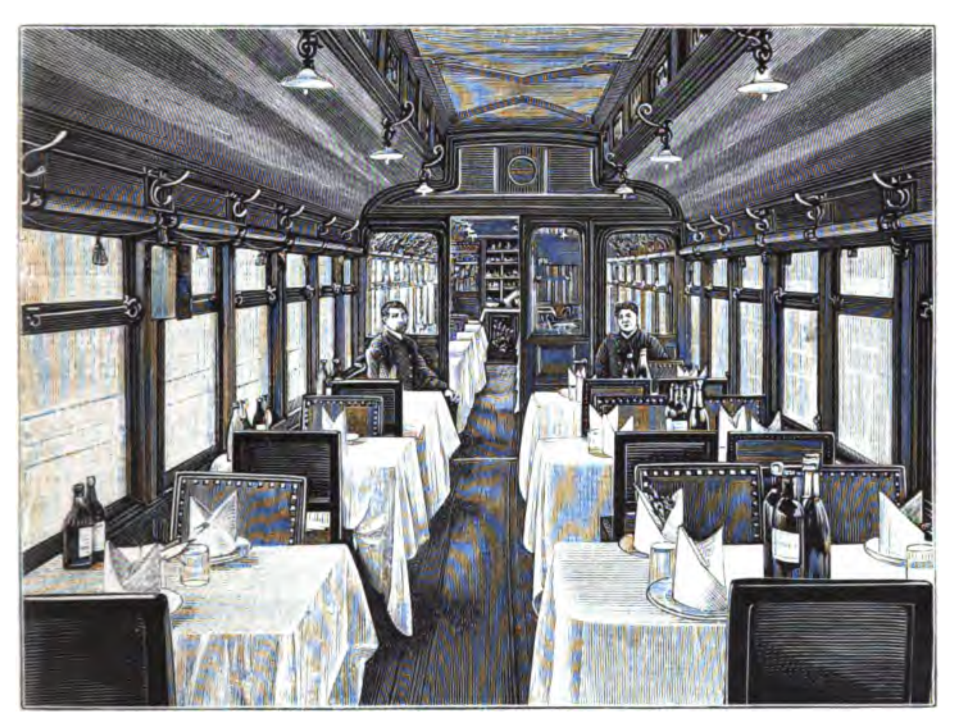


Friedrich List's Idee von einem Eisenbahnzuge (1833).

theilen in kunstvollen Maschen sich verschlingt und die schwersten Massen durch ingeniöse Anwendung der mechanischen Gesetze entlastet, sie zu einem Spielzeug mathematischer Berechnung gestaltet. Aus den imposanten Hallen der Bahnhöfe, mit den ungeheueren Spannungen ihrer Eisenrippen, gleiten die Züge über mannig-

fach ineinander verschlungene Geleise hinweg, sicher geleitet durch den Aufwand von Hilfsmitteln, welche sie vor Gefahren schützen. Man denke an die ersten primitiven optischen Signaleinrichtungen und den zur Zeit entfalteten Apparat von Annäherungs- und Liniensignalen, den Distanz- und Zugdeckungssignalen, den Sicherheitsstellwerken für die Weichen, und all' die wundersamen Controlvorrichtungen, welche die Entwickelung der Elektrotechnik im Gefolge hatte.

Und wenn der Laie vielleicht von all' diesen Dingen wenig bemerkt, wenn er gleichgiltig im Vorüberfahren zu dem Weichenthurm emporblickt, in welchem sich



Speisewagen eines Expreßzuges.

all' die Fäden, welche den Durchlauf der Fahrbetriebsmittel durch die Weichenstraßen mit wenigen Griffen sicher und correct gängeln, vereinigen, gleich den Nerven in dem Ganglion eines thierischen Organismus — er findet genug Stoff zu Beobachtungen, die ihm in handgreiflicher Form den Wandel der Dinge zwischen einst und jetzt vor Augen führen. . . . Versuchen wir es mit einem Beispiele.

Es ist ein frostiger Tag. Schneemassen verhüllen die Mutter Erde, die Flüsse starren in Eis. Geschäfte oder andere Angelegenheiten, worunter das Vergnügen nicht in letzter Reihe steht, veranlassen uns zu einer längeren Eisenbahnfahrt. Ein behaglicher Warteraum nimmt uns auf. Elektrische Glühlämpchen hängen wie Lichttropfen in einem Astwerke von Krystall. Lautlos schreitet unser Fuß über

Teppiche, ſchwellende Sitze laden zur Raſt, Glanz und Duft umgeben uns. Nur geringe Zeit währt das Harren, dann öffnet ſich die Pforte, hinter der im bleichen Lichte der elektriſchen Lampen die dunkle Maſſe einer »Garnitur« oder — wie man gewöhnlich zu ſagen pflegt — eines Eiſenbahnzuges ſichtbar wird. Es ſind keine Wagen, ſondern kleine Gebäude. Helles Licht ſtrahlt aus den hohen Spiegelfenſtern, behagliche Wärme umgiebt uns, ſobald wir die freundlichen Räume betreten.

Und ſiehe da, welche Ueberraſchung! Es iſt wohl ein Zauber, der hier waltet, und ſein »Tiſchlein deck' dich« zu unſerem Heile geſprochen. Ein ganzer Speiſeſaal in einem Zuge! Weiße Linnen, Couverts, funkelnde Weine, geſchäftige Geiſter um uns, Licht und Raum hinter den ſcheinbar engen Wänden eines gewöhnlichen Eiſenbahnwagens. Wir verlaſſen dieſen Raum, überſchreiten auf ſicherem Stege die Kuppelung zwiſchen dieſem Gefährt und dem daranſtoßenden . . . Ein Saal, ſchier ſo groß wie ein Wohnzimmer, nimmt uns auf. Zwei Reihen Lehnſtühle, eine lange Doppelflucht von hohen Fenſtern, Getäfel, Fußſchemmel, Teppiche, auf den vielen Tiſchchen Zeitungen, Albums — über Alles der Schimmer des milden Lichtes gegoſſen: Behaglicheres läßt ſich nimmer erſinnen. Dann die niedlichen Damenſalons, weiter ein Wagen mit einer langen Reihe abgeſonderter Zellen, welche dem Reiſenden geſtatten, ſich nach Wunſch aus dem Gewühle der Mitfahrenden in eine behagliche Klauſe zurückzuziehen und des Nachts eine Schlafſtätte von tadelloſer Bequemlichkeit aufzuſuchen.

Das iſt die Garnitur des Expreßzuges. Und jetzt ertönt das Glockenzeichen, ein ſchriller Pfiff folgt, ſachte rollt die ambulante Wohnung mit ihren Salons und Schlafcabinets, ihrem Speiſeſaale, ihrer Küche und Vorrathskammer in die eiſige Nacht hinaus. Ringsum wird es finſter, geſpenſtiſch huſchen die Weichenlichter vorüber, die Schatten langer Wagenreihen legen ſich vor die Spiegelſcheiben und zuletzt flimmert mit mattem Scheine die weiße Schneefläche zu den Fenſtern herein.

Im ſanften Schaukeln und beim flüchtigen Schein der weißverhüllten Landſchaft dämmert eine halbvergeſſene Erinnerung in uns auf. Man ſchreibt das Jahr 1801. In dem kleinen Städtchen Camborne, an der äußerſten Weſtſpitze von Cornwall herrſcht gewaltige Aufregung. Es hat ſich die Nachricht verbreitet, ein Feuerwagen werde die Straßen durcheilen, mit der Geſchwindigkeit eines Renners, zwar von Menſchenhand gelenkt, aber unabhängig von irgend welcher Beihilfe ſich ſelber in der Bewegung erhaltend. Der Meiſter, welcher dieſes Gefährte erſonnen, war Richard Threvetick, der Vorläufer Georg Stephenſon's, der eigentliche Begründer der Dampflocomotion. Als die Stunde anbrach, drängten ſich die Menſchenmaſſen an den Schauplatz heran. Ein Wunder ſollte geſchehen. Die Männer waren der Erwartung voll, die Frauen zeigten ſich geängſtigt. Das könne unmöglich gut enden, meinten die ſtarkgläubigen Schönen; der Teufel ſei mit dem finſteren Manne, der das Unerhörte vollbringen wolle, im Bunde.

Der Versuch gelang, aber es war doch nur ein Versuch, nach welchem noch mehr als zwei Dutzend Jahre verstreichen sollten, ehe die erste Locomotivbahn in England eröffnet wurde. Wenn es noch eines Beweises bedürfte, wie sehr die unverständige Mehrheit der Menschen des Genies bedarf, das sie mit sich fortreißt, gäbe die erste Locomotivbahn einen solchen ab. Im South Kensington-Museum ist Stephenson's »Rocket«, die Siegerin bei der ersten Locomotivenwettfahrt, aufgestellt. Daneben hängt unter Glas und Rahmen ein Zeitungsblatt, welches sich in Schmähungen und Spötteleien über die neue »Narrheit« ergeht. Die spätgeborenen Geschlechter stehen mit Ehrfurcht vor dem Mechanismus, der nachmals der Civilisation Flügel verliehen hat, und lächeln geringschätzend über die Beschränktheit ihrer Altvordern.

Drei Dinge sind es vornehmlich, welche beim Studium des modernen Eisenbahnwesens zu Anknüpfungen an vergangene Zeiten Anlaß geben: die Eisenbahnanlagen an sich, die Formen des Verkehrs und die Sicherung des Betriebes. Bezüglich der Anlagen ergeben sich zwei auffällige Gegensätze: die verhältnißmäßig geringen Vervollkommnungen, welche der eigentliche Oberbau gegenüber der großartigen Ausgestaltung der Tunnelbau- und Brückenbautechnik gefunden. Bis in die allerjüngste Zeit begnügte man sich bei den Geleiseanlagen derselben einfachen Mittel wie vor mehreren Jahrzehnten, trotz der erhöhten Ansprüche, welche in Folge der Vervollkommnung der Betriebsmittel an jene gestellt werden. Dieser Stillstand ist um so auffälliger, als die Lasten, welche auf den Geleisen fortbewegt werden, und die gesteigerte Geschwindigkeit, mit der dies geschieht, ein gewisses Gleichmaß in der Fortentwickelung aller constructiven Elemente bedingen.

Eine größere Stabilität der Geleise wurde nun allerdings zunächst durch Einführung der Stahlschienen erzielt, während der ungenügende Zusammenhalt der Geleise bislang bestehen blieb. Ja, in England ist man in Anerkennung der ihr zukommenden Vortheile sogar zu der älteren Oberbauconstruction (der Stuhlbahn) zurückgekehrt. Ein durchgreifender Fortschritt nach dieser Richtung wird erst mit dem Allgemeinwerden des eisernen Oberbaues platzgreifen, der sich zur Zeit noch im Stadium der mannigfachsten Experimente befindet.

Groß ist dagegen der Fortschritt, welcher mit den vielen Verbesserungen an den Fahrbetriebsmitteln zusammenfällt. Die größere Stabilität der Personenwagenconstruction durch Anwendung des Eisens haben die Gefahren bei Unfällen um ein bedeutendes Maß herabgemindert, wie die Praxis aus Vergleichen mit den fast ganz aus Holz hergestellten Personenwagen früherer Zeit erweist. Solche Wagen wurden bei Zusammenstößen schon zu Splittern zusammengedrückt, denen die modernen Personenwagen noch unversehrt widerstehen. Auch die stabilere Construction der Güterwagengestelle, die Ausrüstung aller Wagen mit elastischen Puffern und Zugvorrichtungen, sowie das Ueberhandnehmen der Stahlachsen bei gleichzeitig stärkerer Dimensionirung derselben, trug zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und Erhöhung der Sicherheit ganz wesentlich bei.

Dazu gesellen sich die mancherlei Einrichtungen, welche im Sinne des harmonischen Zusammenschlusses aller Organe einer bewegten Wagencolonne (Garnitur) sich geltend machen: in erster Linie die durchgehenden Bremsen, sodann die allen Wagen gemeinsame Beheizung, die Beleuchtung mittelst Gas — in besonders fortgeschrittenen Fällen mit elektrischem Lichte —, die Nothsignale im Zuge und einige andere, vorerst nur versuchsweise in die Praxis übertragene Apparate, z. B. der im Coupé untergebrachte Stationsanzeiger, eine höchst sinnreiche Vorrichtung, durch welche der Reisende den Namen jeder Station, in welche der Zug einfährt, kennen lernt. Durch die Einführung der zum Theil außerordentlich sinnreich construirten continuirlichen Bremsen, zu deren Betrieb die Kraft durch Luftdruck, Dampf, Luftleere, Ketten und Elektricität fortgepflanzt wird — von Westinghouse, Webb, Clarke, Smith, Kitson, Heberlein, Hardy u. A. —, konnte die Geschwindigkeit das bis dahin zulässige Maximum bedeutend überschreiten, ganz abgesehen von der erhöhten Sicherheit des Betriebes, welche dadurch erzielt wurde.

Was die Formen des Verkehrs anbelangt, in welchen das moderne Eisenbahnwesen seinen complicirtesten Ausdruck findet, setzt sich derselbe aus einer großen Anzahl von Factoren zusammen, deren hervorragendste die Masse und Dichte des Verkehrs, die Zusammensetzung desselben und das Schnelligkeitsmaß sind. Dazu kommen die mancherlei Complicationen, welche in der Vielzahl der Bahn- und Geleiseeinmündungen, die Zahl der Zugsbegegnungen und Zugsüberholungen, der Uebernahme von Betriebsmitteln fremder Bahnen, beziehungsweise Uebergabe derselben, Zahl der Stationen, Ein- oder Doppelgeleisigkeit, die die Verkehrsform beeinflussende Gestaltung der Bahn in Bezug auf die Neigungs- und Richtungsverhältnisse, klimatische Einflüsse u. s. w. gegeben sind.

Wie sehr diese Factoren aufeinander wirken, beleuchtet unter Anderem die Thatsache, daß unter dem gefährdeten Einfluß der kolossalen Dichte des Verkehrs auf den englischen Bahnen ein etwa sechsmal größerer Aufwand von sichernden Vorkehrungen nöthig ist, als in den großen continentalen Staaten. Die wirksamste, aber auch kostspieligste Vorkehrung besteht in England in der Ausrüstung von circa 70% aller Bahnen mit Doppelgeleisen und die Vermehrung der Geleise auf drei oder mehr, wo die Dichte des Verkehrs und die die Sicherheit des Betriebes beeinflussenden Factoren der Schnelligkeit und Anordnung des Verkehrs es verlangen.

So befördert beispielsweise die London and North Western Railway — die größte der englischen Bahngesellschaften — in einem Jahre an 55 Millionen Passagiere und 33 Millionen Tons Güter. Vergleichsweise sei angeführt, daß die Gesammtzahl der auf allen Bahnen Oesterreich-Ungarns beförderten Personen nur um ein weniges höher, die Zahl der Gütertonnen nur etwa doppelt so groß ist. Pro Kilometer Betriebslänge stellt sich aber das Verhältniß ganz anders: die von der vorgenannten Bahn beförderte Zahl von Personen stellt sich sechsmal höher, die Zahl von Gütertonnen nicht ganz viermal höher.

Neben dieser ungeheueren Dichtigkeit des Verkehrs, welcher eine fast continuirliche Befahrung der Geleise bedingt, wobei der Güterdienst ganz in den Nachtstunden verlegt ist, tritt noch ein anderer Factor hinzu: die Vielzahl der eingeschalteten Schnellzüge. Auf der London and North Western Railway verkehren zwischen London und Glasgow täglich ein halbes Dutzend Schnellzüge, welche nur in den Hauptstationen anhalten. Dieselben haben an 50 Bahnanschlüsse, 10 große Bahnknotenpunkte, fast 200 Stationen und Haltestellen zu passiren, an 10 Stellen Passagierwagen abzugeben und aufzunehmen und über 70 Züge verschiedener Geschwindigkeit zu überholen.

Die Schnelligkeit des Verkehrs ist dasjenige Element, welches wie kein anderes im Eisenbahnwesen in der Voraussetzung einer besonderen Solidität der Betriebsmittel fußt. Denn abgesehen von der größeren Leistungsfähigkeit der Locomotiven durch zweckentsprechende Dimensionirung und Anwendung ihrer einzelnen Organe und des damit parallel laufenden Baues der Personenwagen, handelt es sich hierbei noch um einen weiteren, sehr wichtigen Factor: um die Ermittlung der in Folge des Aufeinanderwirkens der verschiedenen Constructionselemente sich ergebenden Erschwernisse in der Fortbewegung. Nur die reiche Erfahrung im Verbande mit der wissenschaftlichen Ausgestaltung der Eisenbahntechnik konnte diesfalls so schwerwiegende Fragen der Lösung näher bringen, welche in der Zeit der vagen Empirie kaum in Erwägung gezogen wurden. Dem Laienverständnisse erscheint es zur Erzielung einer größeren Geschwindigkeit in der Bewegung der Züge ausreichend, wenn man über vorzüglich arbeitende Maschinen, eine Wagencolonne von tadelloser Construction und einen soliden Oberbau verfügt. Nun wird aber, wie erwähnt, die Geschwindigkeit der Fortbewegung paralysirt durch eine Reihe von störenden Einwirkungen, welche man die »Zugswiderstände« nennt. Mit diesen wieder hängt die Abnützung der Radreifen und die Veränderung der Geleisanlage zusammen, wodurch die Sicherheit gegen Entgleisungen erheblich herabgemindert wird.

Auf alle diese Dinge wird in den betreffenden Abschnitten dieses Werkes näher eingegangen werden. Es sei hier vorläufig bemerkt, daß die Ermittlung der Zugswiderstände, beziehungsweise das Bestreben, sie nach Möglichkeit zu beseitigen, eines der schwierigsten technischen Probleme ist, da zu viele Factoren aufeinanderwirken. Hauptantheil hieran haben das Radreifenprofil, der Radstand, beziehungsweise die Einstellbarkeit der Achsen (welch' letztere Idee auf die Einführung der sogenannten »Lenkachsen« geführt hat), die Verbindung der Fahrzeuge untereinander, d. i. die Zug- und Stoßapparate, das Schienenprofil und die Form und Ausführung des Geleises. Diese Elemente lassen eine Menge von Combinationen zu, welche theils zusammenwirken, theils einander entgegenwirken. So ist — um vorläufig nur zwei Beispiele anzuführen — in Curven die für den Widerstand des Wagentrains günstige Lage der Kuppelungen und Zugstangen schädlich für den Eigenwiderstand der Locomotive; ferner ist der Curvenwiderstand des freilaufenden Wagens größer als bei dem im Zuge laufenden Wagen und kommt für die radiale

Verschiebung der Wagen in den Curven der Angriffspunkt der Kräfte gar nicht, sondern nur die Richtung derselben in Betracht.

Der Schnellverkehr ist derjenige Factor des Eisenbahnwesens, welcher unserer impulsiven nervösen Zeit ihren charakteristischen Stempel aufdrückt. Weniger ist es die Masse, in höherem Grade die Dichte des Verkehrs, die hierselbst als gleichwerthig in die Erscheinung treten. Kein Wunder also, daß der Schnellverkehr im öffentlichen Leben eine so große Rolle spielt und das Schnelligkeitsmaß in der Fortbewegung der Züge schon in der frühesten Jugendzeit der Eisenbahnen deren Werthmesser abgab. Nichts ist in dieser Richtung bezeichnender als das »Examen«, welches Georg Stephenson noch vor der Fertigstellung der ersten Locomotivbahn Manchester-Liverpool zu bestehen hatte. Es handelte sich darum, ob es überhaupt zweckmäßig sei, die neue Bahn mit Maschinen zu befahren, und wurde Georg Stephenson diesbezüglich von den Sachverständigen des Parlaments-Comités einem scharfen Kreuzverhör unterzogen.

Von allen Examinatoren war es insbesondere Alderson, welcher Stephenson am meisten zusetzte. Wir lassen hier den betreffenden Discurs folgen:

Alderson: Wenn ein Körper auf der Straße in Bewegung ist, wächst nicht sein Moment mit der Geschwindigkeit?

Stephenson: Gewiß.

A.: Wie groß würde das Moment von 40 Tonnen sein, welche sich mit 12 Meilen (engl.) Geschwindigkeit in der Stunde fortbewegen?

St.: Es würde sehr groß sein.

A.: Haben Sie eine Bahn gesehen, welche hierbei den nöthigen Widerstand leisten würde?

St.: Ja.

A.: Wo?

St.: Eine Eisenbahn, welche mit 4 Meilen Lasten zu tragen vermag, ich will sagen, eine Bahn, welche bei 4 Meilen Geschwindigkeit aushält, widersteht auch bei 12.

A.: Sie glauben, daß eine Bahn, auf welcher mit 12 Meilen in der Stunde gefördert würde, nicht stärker construirt zu werden braucht, als eine solche, wo man mit 4 Meilen in der Stunde fährt?

St.: Ich will hierauf eine Antwort geben. Ich darf wohl annehmen, daß Jedermann, welcher auf dem Eise gefahren ist, oder Personen auf demselben schleifen gesehen hat, bemerkt haben wird, daß dasselbe umso leichter trägt, je rascher man über dasselbe hinweggleitet.

A.: Setzt die Anwendung dieser Hypothese nicht voraus, daß die Eisenbahn vollkommen sei.

St.: So ist es.

A.: Setzen wir den Fall, eine dieser Maschinen liefe mit 9 bis 10 Meilen Geschwindigkeit und es käme ihr eine Kuh entgegen — wäre dies nicht ein fataler Umstand?

St.: Allerdings sehr fatal — für die Kuh.

Ein anderes Mitglied des Comités bestritt heftig die Möglichkeit, schneller als mit 6 Meilen zu fahren, so daß Stephenson schließlich, um zu einem Resultate zu kommen, 5 Meilen ansetzte.

Und jetzt? Es ist der Mühe werth, den Gegensatz durch einige Daten zu kennzeichnen. Die Geschwindigkeit der Personenzüge auf den englischen Bahnen beträgt bei den Expreß- und Mailtrains 44—52·8 engl. Meilen = 71—85 Kilometer. Der Continental-Expreßtrain der South Eastern Railway durchfährt die 83 engl. Meilen (141·6 Kilometer) lange Strecke von London bis Dover ohne Aufenthalt in einem Zeitraume von 1 Stunde 40 Minuten, was einer Geschwindigkeit von 85 Kilometern entspricht. Auf einigen anderen englischen Bahnen beträgt die Geschwindigkeit, und zwar: auf der Midland Railway 80 Kilometer, auf der London and North Western 79·7, auf der Great Northern 77·4, auf der Great Western 73·4, auf der London Chatam and Dover Ry. 71·7, auf der South Western 70·5.

Auch auf dem Continente hat der Schnellverkehr bedeutende Fortschritte gemacht. So verkehren zwischen Berlin-Wittenberg-Hamburg Schnellzüge, welche die 286 Kilometer lange Strecke unter Berücksichtigung des 14 Minuten betragenden Zeitunterschiedes in 3 Stunden 56 Minuten, also mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 72·7 Kilometer in der Stunde zurücklegen. Die Strecke Berlin-Hannover, 255 Kilometer, wird unter Berücksichtigung des 15 Minuten betragenden Zeitunterschiedes in 3 Stunden 58 Minuten, also mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von 64·5 Kilometer in der Stunde zurückgelegt. Dagegen legt der österreichische Schnellzug Bodenbach-Wien die 518 Kilometer lange Strecke mit einer durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit von nur 57·7 Kilometer in der Stunde zurück, während der Schnellzug Berlin-Köln auf seiner 583 Kilometer langen Strecke 59·3 Kilometer in der Stunde leistet. Der Schnellzug Bordeaux-Paris legt die 585 Kilometer lange Strecke in 9 Stunden 43 Minuten, d. i. durchschnittlich 60·2 Kilometer in der Stunde zurück; er fährt also nur wenig schneller als der Berlin-Kölner Zug. Der amerikanische Schnellzug New-York-Chicago erreicht nicht einmal diese Fahrgeschwindigkeit, indem er 1467 Kilometer in 25 Stunden, in der Stunde sonach 58·6 Kilometer leistet. Nach der englischerseits angestellten Berechnung wären es freilich 1563 Kilometer, wonach 62·5 Kilometer auf die Stunde entfielen.

In jüngster Zeit ist vielfach die Frage aufgeworfen worden, ob die bisher erzielte Maximalleistung nicht vernünftigerweise als Grenze angesehen werden solle, und weiter, ob eine erhebliche Steigerung ohne Gefährdung des Zuges noch zu erzielen wäre. Eine Handhabe hiefür bieten die im Jahre 1890 auf der Strecke Paris-Sens stattgehabten Locomotivwettfahrten, an welchen sich die hervorragendsten französischen Eisenbahnen betheiligten. Es wurde hierbei ein doppelter Zweck verfolgt, indem man einerseits die Locomotiven an und für sich in der schnellsten, noch mit

Sicherheit vorzunehmenden Fahrgeschwindigkeit, anderntheils sie mit ihrer Zugkraft prüfen wollte. In der Schnellfahrt erreichte man 120—144 Kilometer in der Stunde, wobei die Crampton'sche Schnellzug-Locomotive der Ostbahn mit Flaman-



Inneres eines Waggons I. Classe der Eisenbahn Wiesbaden-Langenschwalbach.
(Nach einer vom Constructeur — Van der Zypen & Charlier in Cöln-Deutz — zur Verfügung gestellten Photographie.)

schem Doppelkessel den Sieg davontrug. Was die Zugkraft anbelangt, wobei man sich eines Dynamometers, das zwischen der Locomotive und den Wagen eingeschaltet war, legte eine Locomotive der Nordbahn mit einer Zuglast von 240 Tons 95 Kilometer in der Stunde zurück, während eine Locomotive der Ostbahn 294 Tons Last gegen heftigen Wind mit 82 Kilometer in der Stunde beförderte. Diese

Leistungen scheinen aber von den schottischen Bahnen noch übertroffen zu werden. Ein Berichterstatter des »Engineering« hat die bei den schottischen Eilzügen zwischen einzelnen Stationen vorkommenden Geschwindigkeiten genau ermittelt und gefunden, daß zweimal 149 Kilometer in der Stunde, und zweimal vollends 152 Kilometer erreicht wurden. Unter 117 Kilometer in der Stunde wurde nicht gefahren.

Aus dem beigegebenen Tableau ist zu ersehen, in welchem Maße die durchschnittliche Maximalgeschwindigkeit und das Zugsgewicht von Jahrzehnt zu Jahrzehnt zugenommen und wie sehr die äußere Erscheinung und die Art der Zusammenstellung der Züge — von der Construction der Locomotiven und der Wagen ganz abgesehen — sich geändert haben. Vielleicht noch drastischer als diese graphische Darstellung illustrirt der nachstehende Bericht den Zugsverkehr von heute mit dem in der ersten Kindheit der Eisenbahnen.

Jahr.	Darstellung der Länge und Zusammenstellung der Züge	Zugsgewicht in Tonnen *	Geschwdgkeit in Km pr Stde **
1840		50	30
1850		90	42
1860		110	48
1870		170	56
1880		200	60
1890		280	70

*) Inclusive Maschine und Tender. — **) Fahrplanmäßig, also inclusive Aufenthalte. (Die absolute Geschwindigkeit ist sonach entsprechend höher zu veranschlagen.)

Am 16. September 1838 wurde die Linie Leipzig-Dahlen eröffnet und schilderte ein Theilnehmer an dieser Fahrt seine Erlebnisse im »Leipziger Tageblatt« wie folgt:

»Wir fuhren im zweiten Wagenzuge um 7 Uhr Morgens von Leipzig ab und erreichten Wurzen (25·6 Kilometer von Leipzig) ungefähr in 3/4 Stunden. Hier sollte die Locomotive neue Füllung erhalten, was bei der des ersten Wagenzuges in einer halben Stunde bewerkstelligt wurde. Nachdem wir hierauf gewartet hatten, sahen wir den ersten Zug weiterfahren und den Anfang mit der Füllung unserer Locomotive machen. Hierzu war ebenfalls ungefähr eine halbe Stunde erforderlich und wir brachten auf diese Weise ungefähr eine Stunde in Wurzen zu, und zwar im Wagen, da wir nicht aussteigen durften, weil durch das Aus- und Einsteigen zu viel Zeit verloren geht. Nach diesem Aufenthalte langten wir nach 1/4 10 Uhr in Dahlen an. Nach 3/4 10 läutete die Glocke wieder zur Rückfahrt. Nachdem alle Passagiere ihre Plätze eingenommen hatten und die Wagenthüren sorgfältig verschlossen waren, kam unsere Locomotive, die bisher müßig dagestanden, an unsere Seite und begann kaltes Wasser einzunehmen, was — inbegriffen mit der Zeit, die zur Entwickelung der Dämpfe von kaltem Wasser nöthig war — ungefähr 3/4 Stunden dauerte. Obgleich die Locomotive, sowie bei der Füllung in Wurzen, nicht vor dem Wagenzuge stand, sondern auf der Seitenbahn, war den Passagieren demnach auch diesmal nicht gestattet auszusteigen, und verbrachten daher wieder ein Stündchen wartend im Wagen. 1/2 11 Uhr bewegte sich der Zug endlich in mittelmäßiger Schnelle bis Wurzen, wo die Locomotive durch falsche Weichenstellung in den Sand fuhr. Während des Herauswindens wurde es uns erlaubt die Wagen zu verlassen, und bei unserer Rückkehr fanden wir eine andere Locomotive — den »Columbus« — die uns ungefähr in der Schnelle eines mäßigen Schrittes bis zum Marchener Einschnitte führte, dort aber ihre Functionen gänzlich einstellte. Wir ruhten hier ein Viertelstündchen und fuhren dann wieder langsam weiter, bis uns eine andere Locomotive entgegenkam, die uns rasch nach Leipzig führte, so daß wir um 1/2 2 Uhr Nachmittags daselbst eintrafen.« . . . Die Reise auf der 43·2 Kilometer langen Strecke hatte also hin und zurück (86·4 Kilometer) mit Einschluß eines halbstündigen Aufenthaltes zwischen Hin- und Rückfahrt 16 1/2 Stunden erfordert.

Und nun stelle man die Dichtigkeit und Schnelligkeit des heutigen Zugsverkehrs dem gegenüber. Man denke an die 80 Millionen Passagiere, welche die Londoner Metropolitan Railway jährlich befördert; an die 1000 Personenzüge, welche täglich auf dieser Bahn verkehren, zu denen noch 90 Güterzüge kommen, welche dieselbe Strecke (fast ausschließlich in den Nachtstunden) befahren; an die tausend und mehr Güterwagen, welche auf den großen Londoner Güterstationen täglich ab- und zugehen. Wie kolossal dabei die Transportmassen sind, ergiebt sich, wenn man die auf einem Londoner Bahnhofe in einer Nacht abgehenden Ladungen sich vergegenwärtigt. Von Camden Town, dem Central-Güterbahnhof der größten englischen Bahn, der London and North Western, gehen in jeder Nacht zwischen 8 und 4 Uhr an 1300 Wagen, einschließlich der leeren Vieh- und Kohlenwagen in die Provinz ab. Erwägt man ferner, daß mit diesen Leistungen eine erstaun-

liche Exactheit bei relativ beschränkten Raumverhältnissen verknüpft ist, daß durch maschinelle Eingriffe die Manipulationen des Personals entlastet werden, durch Disponirung der Arbeitsräume und Rangirgeleise in Etagen bei ausschließlicher Benützung der Drehscheiben eine außerordentliche Beschleunigung der Manipulationen erzielt wird, so bekommt man eine ungefähre Vorstellung von der Großartigkeit dieses Betriebes.

Der treibende Impuls hierzu ist der Wettbewerb. Die unwirthschaftliche, theilweise weit über das natürliche Bedürfniß hinausgehende Art dieses Wettbewerbes der großen Eisenbahngesellschaften wird von den betheiligten Kreisen selbst zugegeben und hat bereits ein Regulativ darin gefunden, daß die Tarifconcurrenz fast ganz aufgehört hat. Nur bezüglich der Fahrgeschwindigkeit und anderer dem reisenden Publicum zu Gute kommenden Einrichtungen besteht der Wettbewerb noch fort. Indes bringt das Publicum selber dem unnöthig gesteigerten, dabei die Betriebskosten übermäßig erhöhenden Schnellfahren mehr Abneigung als Sympathie entgegen. Selbst aus dem Kreise der Verwaltungen werden Stimmen laut, welche eine Verständigung bezüglich der Herabminderung der Fahrgeschwindigkeit, beziehungsweise der Verminderung der Zahl schnellfahrender Züge das Wort reden. Hierbei ist für das in England bestehende System potenzirter Leistung auf Grund des Wettbewerbes bezeichnend, daß die Bahnen untereinander auf zweckmäßige Zuganschlüsse nicht die gehörige Rücksicht nehmen, da jede Bahn vorwiegend ihr eigenes Interesse im Auge hat und wobei ein mächtiger Antrieb zu pünktlicher Betriebsführung, wie sie bei einem Bahnsystem, welches von einer Hand geleitet wird, selbstverständlich ist, in Wegfall kommt. Ebenso bezeichnend ist, daß die Leistungen der englischen Bahnen umsomehr nachlassen, je weniger ein Wettbewerb für sie in Frage kommt und je weiter man in entlegenere, verkehrsärmere Bahngebiete vordringt

Die Combinationen, welche sich aus der Schnelligkeit gewisser Zugsgattungen einerseits und der absoluten Dichte des Verkehrs andererseits ergeben, finden ihren Ausdruck in dem, was man die Zusammensetzung des Verkehrs nennt. Es ist ohneweiters klar, daß je verschiedener das Schnelligkeitsmaß in der Fortbewegung der einzelnen Zugsgattungen auf einer und derselben Strecke ist, und in je kürzeren Pausen die einzelnen Züge einander folgen, desto complicirter der Betrieb sich gestaltet. In der Vielzahl der Kreuzungen und Ueberholungen, verbunden mit den Abstufungen der Schnelligkeit, einschließlich der Durchfahrten der Schnellzüge durch zahlreiche aufeinander folgende Stationen, bekundet sich ein außerordentlich complicirter Betriebsmechanismus, dessen gefahrlose Ausübung nur durch außergewöhnliche Sicherungsmaßregeln möglich ist.

Und damit sind wir bei dem Punkte angelangt, mit dem wohl eine der größten Errungenschaften der Verkehrstechnik zusammenhängt — dem Signalwesen. In der Zeit, da der ganze Streckenbetrieb zu seiner Sicherung auf das System der optischen Signale angewiesen war, wäre die Bewältigung eines Verkehrs,

wie er zur Zeit auf den großen Hauptbahnen Englands und des Continents besteht, ein unlösbares Problem gewesen. Mit der allmählichen Beschleunigung und Verdichtung des Verkehrs wurde die Reform des Signalwesens eine immer dringendere. Mit der Einführung der akustischen Streckensignale glaubte man eine Leistung vollführt zu haben, mit der man für absehbare Zeit das Auslangen finden werde.

Bekanntlich lehrt die Noth beten. So nützte man denn die durch elektrische Vorrichtungen zum Ertönen gebrachten Signalglocken zu einer großen Zahl von telegraphischen Mittheilungen aus, ´eren Complicirtheit ebenso verwerflich war, als die Wirksamkeit des Apparates an sich vielfach dann in Frage kam, wenn die Entfernung des Streckenwächters vom Signalorte, oder ungünstige Luftströmungen die Signale unvollständig den ersteren übermittelten. Die Folge war, daß die akustischen Signale allmählich eine immer weitergehende Beschränkung fanden und sich schließlich auf einige wenige Begriffe erstreckten.

Lange Jahre hindurch wurde auf diesem Gebiete des Eisenbahnwesens fortexperimentirt und schließlich in der Signalgebung ein wahres Chaos geschaffen, welches vornehmlich dadurch verschuldet wurde, daß, ohne Berücksichtigung der jeweiligen Bedürfnisse und der Formen des Verkehrs und mit Außerachtlassung des individualistischen Princips, Einrichtungen von fremden Bahnen und aus fremden Ländern in den eigenen Betriebsapparat eingezwängt wurden. Dem Wesen nach lassen sich alle diese Bestrebungen auf zwei Gesichtspunkte zurückführen: Auf die Sicherung der Strecke mittelst der durchgehenden Signale und die localen Deckungssignale. Die letztere Einrichtung repräsentirt »den größten Fortschritt, den die gesammte Betriebsmechanik der Eisenbahnen in der Jetztzeit gemacht hat«. Es ist der zuerst in England in Anwendung gekommene »Reciprock-Verschlußapparat« (Interlocking Apparatus), der seine größte Vervollkommnung in dem System der Central-Weichenanlagen gefunden hat. Nach diesem System werden die Weichen durchwegs durch Gestänge bewegt, welche mit Compensationsvorrichtungen zum Ausgleich gegen die Längenausdehnung in Folge von Temperatureinflüssen versehen sind. Die Signal- und Weichenhebel sind derart combinirt, daß sie absolut eine Stellung der Signalvorrichtung verhindern, welche die Ein- oder Durchfahrt an einem gefährdeten Punkte gestattet, ehe nicht alle Vorrichtungen, Weichen, Drehscheiben, Schiebebühnen, aus deren unrichtiger Stellung Gefahren erwachsen können, ordnungsmäßig gestellt sind.

Mit dieser zuerst in England verwirklichten Einrichtung hängt auch die Concentrirung der bis dahin zersplitterten Thätigkeit und Verantwortlichkeit zahlreicher Functionäre in einer Hand zusammen. Der »Signalmann« kam zu Ehren. Von seiner überhöhten Cabine aus überschaut er die Geleise und Weichen, deren scheinbar unentwirrbare Verschlingungen vornehmlich auf den großen Londoner Bahnhöfen alle Vorstellung übersteigen. Auf verhältnißmäßig kleinem Raume laufen zahlreiche Geleise zusammen, ineinander, übereinander und untereinander, denn die

Kreuzungen erfolgen theils im Niveau, theils auf Viaducten, welche stellenweise übereinander liegen. Durch dieses Labyrinth winden sich täglich hunderte von Zügen und geben ein Bild von außerordentlicher Lebendigkeit, sowie auch von imponirender Ordnung ab. Im Central-Weichenthurme mancher englischen Station befinden sich an 70 und mehr Weichen und ebensoviele Signalhebel. Und dennoch reichen zur Bedienung dieser anderthalbhundert Hebel drei bis vier Signalmänner, welche unter der Aufsicht eines »Vormannes« (Foreman) stehen, aus.

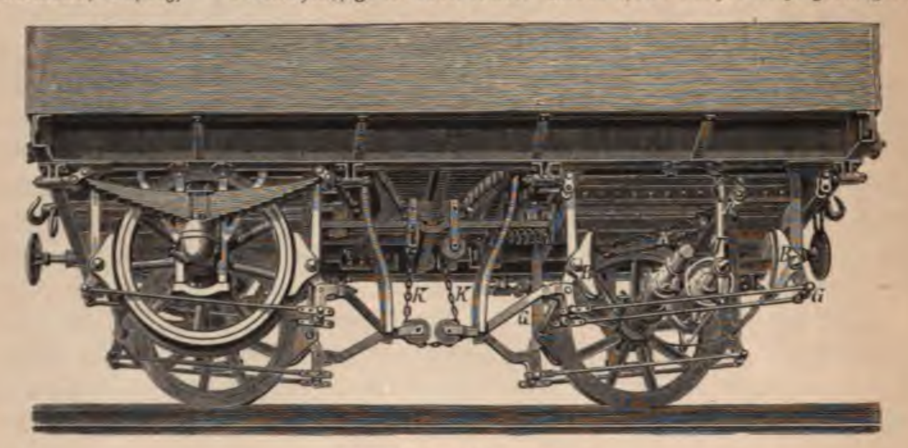
Aus der Ausdehnung des Deckungssignalsystems von einzelnen Gefahrpunkten aus auf die ganze Bahnstrecke entwickelte sich der zweitgrößte Fortschritt, den die Betriebsmanipulation aufzuweisen hat: Die Einführung des Raumsystems an Stelle des Zeitsystems, d. h. die Trennung der Züge auf einer Bahn in ihrer Aufeinanderfolge nach Raumdistanzen statt nach Zeitintervallen. Dieses Princip findet seinen Ausdruck in dem sogenannten Blocksignalsystem, dessen Wesen darin besteht, daß die Bahn in permanent abgesperrte Strecken abgetheilt wird, und daß kein Zug den Anfang einer solchen Strecke passiren darf, ehe nicht das Signal meldet, daß der vorangehende Zug das Ende dieser Strecke passirt habe. Es leuchtet ohneweiters ein, daß mit diesem System die einzige rationelle Lösung des Problems, bei dichten Verkehren den Betrieb absolut sicher zu führen, erzielt wurde, während das System der Zeitintervalle beständig in sich die Gefahr barg, daß durch irgend eine Verzögerung des vorauslaufenden Zuges derselbe durch den nachfahrenden über den Haufen gerannt werden könnte.

Da der forschende und arbeitende Geist mit keinem Resultate sich zufrieden giebt und eine ausgeführte Idee meist den Keim zu neuen Ideen in sich birgt, ist man auch bei den vorstehenden Signalsystemen nicht stehen geblieben. Den größten Ansporn hierzu gaben die unerwarteten Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrotechnik. Die Versuche hierin sind fast unübersehbar und zeigen zur Zeit mehr von ingeniöser Speculation als praktischer Ausführbarkeit. Hierzu zählen die sogenannten Zugstelegraphen, d. h. die Möglichkeit der Verständigung zwischen fahrenden Zügen untereinander, beziehungsweise zwischen ersteren und den Stationen. Die diesbezüglichen Versuche, auf welche wir später näher eingehen werden, sind bisher vorwiegend in Amerika angestellt worden und haben im Allgemeinen das Stadium des Experimentes nicht überschritten.

Ein nicht minder dankbares Feld für die Speculation ergab die Telephonie. Sowie man seinerzeit bei Einführung der akustischen Signale an Stelle der optischen in ersteres ein fast unfehlbares Mittel entdeckt zu haben glaubte, erkannten Sanguiniker in der Telephonie eine Art Arcanum, das alle elektrischen Telegraphen und einen großen Theil der Signale zu verdrängen berufen sei. Dahin ist es nun nicht gekommen, wenn auch die Anwendung des Fernsprechers im Eisenbahnwesen vielfach zur Vereinfachung und Beschleunigung der Geschäfte beigetragen hat, sofern er neben den bestehenden elektrischen Telegraphen- und Signalanlagen benützt wird. Das Verlockendste der Fernsprecheinrichtung ist die Bequemlichkeit, also gerade

dasjenige, dem im verantwortlichen Theile des Bahndienstes mit Vorsicht Geltung und Zutritt gestattet werden darf. Was schließlich den telephonischen Verkehr zwischen Zügen und Stationen anbetrifft, sind diesbezügliche Versuche in den Vereinigten Staaten von Amerika (Phelps, Smith, Edison, Batchelor) mit überraschendem Erfolge angestellt worden, ohne daß daraus allgemeiner Nutzen gezogen worden wäre.

Die Fortschritte der Elektrotechnik führten, wie selbstverständlich, auch zu dem Versuche, inwieweit die Elektricität als Kraftquelle bei Bremsvorrichtungen Anwendung finden könnte. Man kann nicht sagen, daß diese Frage — wie die zahlreichen aufgestellten Constructionen beweisen (Lartigue, Delebecque und Banderali, Burlington, Eames, Achard, Duwelius, Widdifield, Bowman, Edison, Sawiczenski, Siemens, Deprez) — vernachlässigt worden wäre. Indes ist es bisher nicht gelungen,



Achard's elektrische Bremse.

eine brauchbare Construction ausfindig zu machen, und geht in fachmännischen Kreisen die allgemeine Ansicht dahin, daß die bisherigen versuchsweise gewonnenen Resultate schwerlich in nächster Zeit die einfachen und sehr wirksamen Luftdruck- und Saugbremsen verdrängen würden, ganz abgesehen davon, daß eine Vermehrung der bereits in Verwendung stehenden Constructionen nicht wünschenswerth sei. Jeder complicirte Mechanismus leidet an dem Gebrechen, daß er gerade im kritischen Momente versagen kann, somit seinen Zweck nicht erfüllt, seine Wirksamkeit zu einem problematischen Factor macht. In der That wird sich auch der Laie von der Subtilität einer solchen Vorrichtung eine ungefähre Vorstellung machen, wenn er beispielsweise das überwuchernde Detail der obenstehend dargestellten Achard'schen Bremse mit all' den Hebeln, Ketten, Spulen, Gelenkträgern, Elektromagneten u. s. w. wahrnimmt. Der Apparat gleicht mehr einem Uhrwerke als dem Laufwerke eines gewöhnlichen Eisenbahnwaggons. Alle sachlichen Bedenken gegen die elektrischen Bremsen sind einer späteren Besprechung vorbehalten.

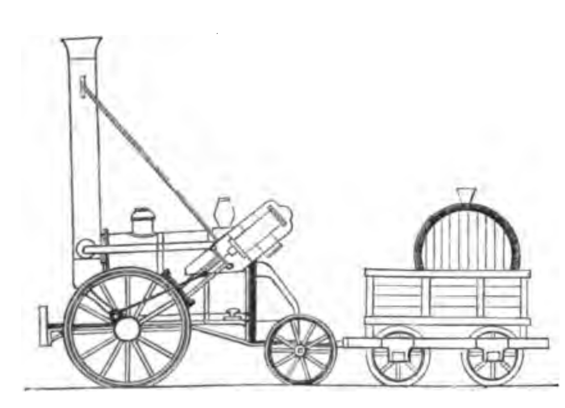
Von größerem, ja hervorragendem Nutzen hat sich die Ausnützung der Elektricität in der Construction von mannigfachen Controlvorrichtungen erwiesen, worunter jenen zur Feststellung der Zugsgeschwindigkeit und den mit dem Signalsystem integrirend verbundenen Controlapparaten eine hervorragende Bedeutung zukommt. Im Signalwesen sind die Controlvorrichtungen aus dem naheliegenden Grunde von principieller Wichtigkeit, weil sie auf dem Fundamentalsatze fußen, daß empfangene Aufträge oder Nachrichten rückbestätigt werden, Mißverständnisse also ausgeschlossen sind. Mit den mehr oder minder sinnreichen elektrischen Apparaten zur Controle der Fahrgeschwindigkeit, welche theils in eigens hierzu adaptirten, in den Zug einrangirten Wagen (»Meßwagen«) installirt, theils als Contactvorrichtungen am Bahngestänge angebracht sind, hat die Betriebsmechanik ein neues, sehr werthvolles Hilfsmittel gewonnen, dessen praktischen Nutzen Niemand verkennen wird.

Bei diesem Aufwande von Sicherheitsmitteln, welche zur Zeit auf allen Eisenbahnen Englands und der europäischen Culturstaaten, bei großer Mannigfaltigkeit der Dispositionen im Detail, functioniren, frägt man sich unwillkürlich, wie es kommt, daß auf den Bahnlinien der Vereinigten Staaten von Amerika, welche bislang all' die geschilderten complicirten Signalvorkehrungen nicht kannten, die Sicherheit kaum geringer sich gestaltete. Die mit großer Gründlichkeit durchgeführten statistischen Ausweise der amerikanischen Eisenbahnverwaltungen stellen dies unzweifelhaft fest. Nun darf freilich nicht übersehen werden, daß die Fahrgeschwindigkeit auf den meisten amerikanischen Bahnen bislang eine relativ geringere als auf den europäischen war, und daß bei der großen Ausdehnung des Netzes die Dichte des Verkehrs weit hinter der auf den abendländischen Linien zurückstand. Seitdem sind, zumal in den östlichen Staaten, die Maschen dieses Netzes immer enger und enger geknüpft worden und auch die Fahrgeschwindigkeit ist, wenigstens auf den Hauptlinien, gesteigert worden. Dadurch wurde denn auch in letzterer Zeit den Signalvorkehrungen größere Aufmerksamkeit geschenkt, und es wäre in der That mit seltsamen Dingen zugegangen, wenn der allgemeine Aufwand von Arbeitskraft und Intelligenz, wie er sich auf technischem Gebiete jenseits des Oceans bekundet, sich nicht auch auf das Feld, von dem hier die Rede ist, geworfen hätte. Manche, zum Theile sehr interessante Experimente, wie z. B. die Williams'schen und Phelps'schen Apparate für die telegraphische Correspondenz zwischen fahrenden Zügen und den Stationen, oder die Versuche eines telephonischen Verkehrs dieser Art durch Phelps, Smith, Edison u. A., sind zuerst in Amerika aufgetaucht.

Als principiell wichtig hat auch rücksichtlich der Signalgebung zur Sicherung des Betriebes das bewährte Axiom Geltung behalten, daß die Complicirtheit der Vorkehrungen nicht die conditio sine qua non für das Ausmaß der Sicherheit sein kann, und daß auch diesfalls — wie überhaupt auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens — dem individualisirenden Elemente der größte Spielraum zu gewähren

ist, da erfahrungsgemäß ein und dasselbe Signalsystem sich für die eine Bahn als zweckmäßig, für eine andere aber als das gerade Gegentheil erweisen wird, und daß einfacheren Formen, wenn sie den örtlichen Verhältnissen entsprechen, eine höhere Gewähr der Sicherheit zukommt als complicirteren, wenn diese dem Constructionssystem der Bahn nicht entsprechen. Weiter können wir auf diese Frage nicht eingehen, da deren eingehendere Beleuchtung einem besonderen Abschnitte dieses Werkes vorbehalten ist.

Die Ausgestaltung, welche das Eisenbahnwesen rücksichtlich seiner Leistungsfähigkeit erlangt hat, hängt — von den vorstehend flüchtig berührten Betriebseinrichtungen abgesehen — in erster Linie mit dem die Fortbewegung bewirkenden mechanischen Apparat zusammen. In der That bildet das Eisenbahnmaschinenwesen ein für sich scharf abgeschlossenes Ganzes und ist als solches die jüngste der praktischen Wissenschaften. Seine Bedeutung ist umsoweniger zu verkennen, als, wie bereits in den einleitenden Zeilen angedeutet wurde, der Verkehr auf dem mechanischen Bewegungsapparate fußt, und daß die rationelle Ausgestaltung dieses Apparates durchaus auf wissenschaftlichen Principien beruht, die ihrerseits von den Erfahrungen der Physik und Mechanik getragen werden.

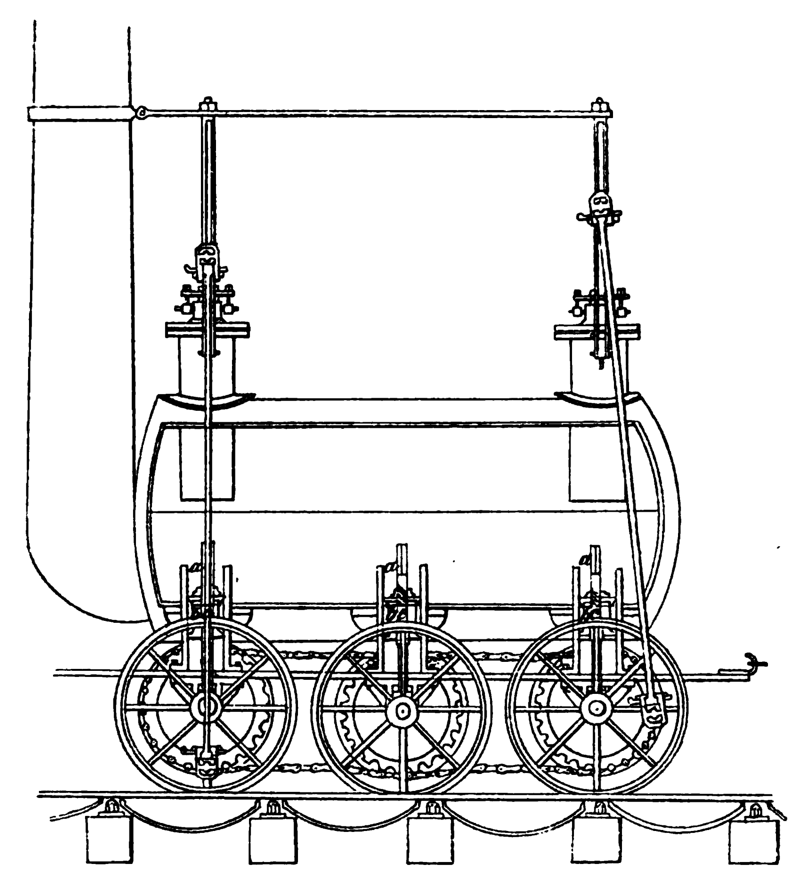

Stephenson's Preis-Locomotive »Rocket« (1828).

Der Anfang des Maschinenwesens bei den Eisenbahnen steckte noch tief in roher Empirie. Es gab keine Vorbilder, keine Erfahrungen: alles mußte erst aus den sich hastig überstürzenden Ideen herauskrystallisiren, auf dem Wege des Experimentes erprobt werden. Bei der ersten Locomotivbahn ist »keine Formel entwickelt, keine Gleichung gelöst worden. Das ungelehrte Talent, das gesunde praktische Denken des Volkes, die schwielige Hand des Arbeiters hat sie allein geschaffen«. Bekannt sind die denkwürdigen Worte Georg Stephenson's, der, von den Stich- und Kreuzfragen der gewandtesten Fachmänner und Redner des Parlaments in die Enge getrieben, ausrief: »Ich kanns nicht sagen, aber ich werde es machen.«

Und merkwürdig genug: seit Stephenson's erster Locomotive sind fast sieben Jahrzehnte verstrichen, und noch ist die beste Type nicht unbestritten festgestellt. Jedes Land, ja jede Werkstätte hat ihre Musterkarte von Typen, und prüft man eine Collection von mehreren hundert Constructionen, so wird man theils principielle, theils nebensächliche Abweichungen entdecken. Dadurch erhält gerade das Maschinenwesen der Eisenbahnen ein Element der Unruhe, des Suchens und Combinirens, wobei ein großartiger Aufwand von Intelligenz in die Erscheinung tritt,

der sich glücklicherweise in der letzten Zeit mit dem thatsächlichen Können insoweit paart, als ein Grad von Vollkommenheit erreicht worden ist, der nicht leicht noch gesteigert werden könnte.

Sehen wir zu, wie diese Dinge sich entwickelt haben. Als die erste Eisenbahn (Liverpool-Manchester) der Vollendung nahe und der maschinelle Betrieb auf derselben im Principe angenommen war, erfolgte eine Preisausschreibung für die

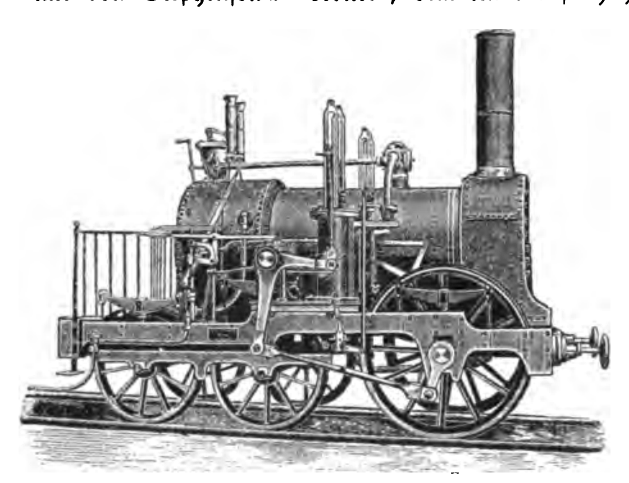


Locomotive von Losh und Stephenson (1830).

beste Locomotive. Die Bedingungen waren: 1. Die Maschine soll ihren Rauch verzehren; 2. die Maschine soll bei einem Gewicht von 6 Tons täglich 20 Tons Last einschließlich des Tenders und Wasserbehälters mit 10 Meilen (engl.) Geschwindigkeit in der Stunde bei einer Dampfspannung, welche 50 Pfund auf den Quadratzoll nicht übersteigen darf, zu ziehen vermögen; 3. der Kessel soll zwei Sicherheitsventile besitzen, von denen keines befestigt sein darf und eines der Controle des Maschinenwärters entzogen werden kann; 4. Maschine und Kessel müssen auf Federn und sechs Rädern ruhen; das Ende des Schornsteins darf nicht höher

als 15 Fuß über der Bahn liegen; 5. das Gewicht der Maſchine ſoll bei gefülltem Keſſel 6 Tons nicht überſchreiten; einer leichteren Maſchine wird der Vorzug gegeben, wenn ſie eine verhältnißmäßige Laſt zu ziehen vermag; wenn das Gewicht 5 Tons nicht überſteigt, braucht die zu bewegende Laſt nur 15 Tons zu betragen; bei Maſchinen von nur 4½ Tons und darunter genügen 4 Räder; 6. ein an der Maſchine befeſtigtes Queckſilber-Manometer ſoll Dampfſpannungen über 45 Pfund auf den Quadratzoll ableſen laſſen; 7. die Maſchine muß bis längſtens 1. October 1829 für die Probefahrt an das Liverpooler Ende der Bahn bereit geſtellt werden; 8. der Preis der Maſchine darf 550 Pfund Sterling nicht überſteigen.

Von den Maſchinen, welche ſich zur Concurrenz eingefunden hatten, ſoll hier nur von Stephenſon's »Rocket«, dem ein ebenſo hohes hiſtoriſches als ſachliches Intereſſe zukommt, die Rede ſein. Der »Rocket« unterſchied ſich von allen bisher conſtruirten Maſchinen zunächſt durch die Art der Dampfheizung. Im Keſſel waren 25 kupferne Röhren, durch welche die heißen Gaſe ſtrömten. Die große Feuerfläche, welche dem Waſſer hierdurch geboten wurde, mußte die Dampfentwickelungsfähigkeit ſelbſt außerordentlich heben. Die Cylinder waren zu beiden Seiten des Keſſels angebracht und jeder wirkte nur auf ein Rad. Das Blasrohr, die in der Schornſteinmitte vertical aufwärtsſteigende Fortſetzung des Dampfaustrittes, verurſachte eine Zugwirkung, welche ohne dieſe Vorrichtung nur durch einen außergewöhnlich hohen Schornſtein oder durch ein Gebläſe zu erzielen geweſen wäre. Der »Rocket« hatte bei der Probefahrt bei 4½ Tons Eigengewicht einen Zug von 12¾ Tons mit einer mittleren Geſchwindigkeit von 13·8 Meilen (engliſche) per Stunde transportirt, alſo 13·8 × 17 = 234·6 Meilentons geleiſtet. Dieſe Leiſtung iſt vornehmlich in Bezug auf diejenige ſpäterer Locomotiven von principiellem Intereſſe.

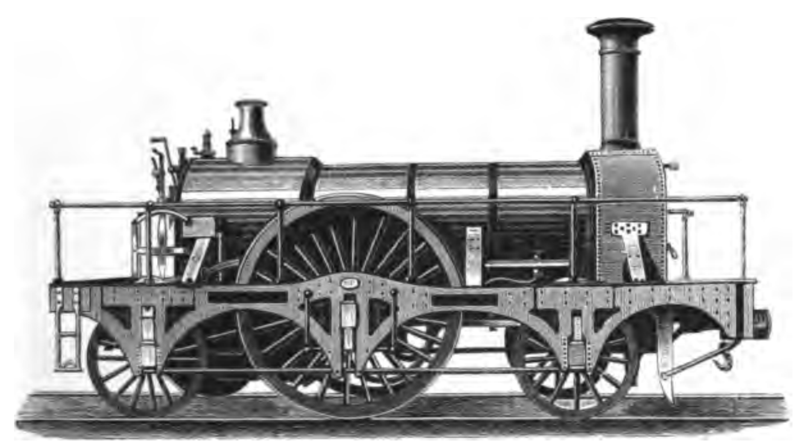


Engliſche Schnellzugs-Locomotive vom Jahre 1832.

Die äußere Erſcheinung und die Anordnung der maſchinellen Organe am »Rocket« ſind aus der beigegebenen Zeichnung zu erſehen. Trotz der imponirenden Ausgeſtaltung, welche das Maſchinenweſen im Laufe der Zeit genommen hat, vermißt man an jenem Urbilde keines der wichtigſten conſtructiven Elemente. Man hat ſie verbeſſert, combinirt und complicirt, man hat, auf Grund der fortſchreitenden Eiſentechnik, das zu verwendende Material bis zu einem Maximum der Wider-

standsfähigkeit verbessert, und der Dimensionirung der einzelnen Theile so weit Grenzen gesteckt, als nur immer zulässig war: aber das principiell Typische an einer Locomotive hat keine Aenderung erfahren. Dafür erlangte eine ganze Reihe von Factoren eine Bedeutung für die Constructionen, die sich noch zur Zeit fort und fort vermehren und compliciren und die den Constructeur vor immer neue Probleme stellen, da die gegebene Spurweite, die Breite, Höhe und Länge der Motoren unübersteigliche Grenzen bilden.

Hierfür ein Beispiel. Die Leistungsfähigkeit einer Locomotive wird vorwiegend bedingt durch die Dampferzeugung und Zugkraft. Beide Factoren laufen parallel, da die intensivere Dampferzeugung einen größer dimensionirten Kessel bedingt, welcher seinerseits wieder das Adhäsionsgewicht der Locomotive erhöht, und damit die Zugkraft. Nun müssen aber die Kessel einen kreisrunden Querschnitt haben, um

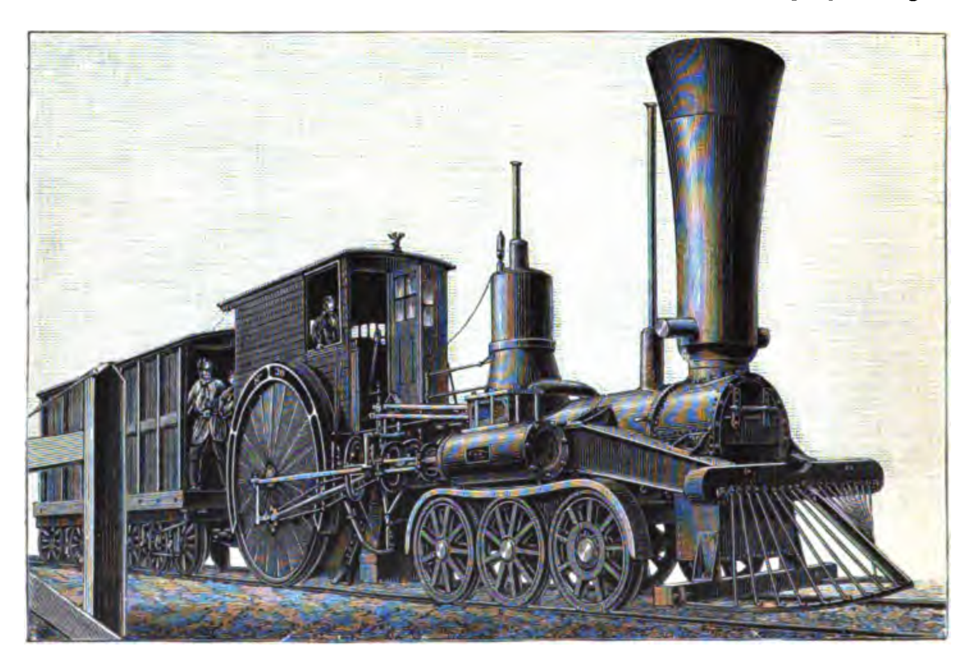


Schnellzugs-Locomotive vom Jahre 1837.

dem hohen Dampfdruck entsprechenden Widerstand zu bieten. Die Größe des Querschnittes richtet sich aber nach der Spurweite; außerdem kommt ein großer Kessel höher über die Ränder zu liegen, wodurch die Maschine an Stabilität einbüßt. Die vorbezeichnete Beschränkung im Durchmesser der Kessel führte zu dem Auskunftsmittel, sie entsprechend länger zu dimensioniren. Damit ist aber eine Vermehrung der Achsen verbunden, der totale Radstand wird ein sehr bedeutender und die Locomotive dadurch ungeeignet, durch starke Krümmungen zu fahren. Es wirkt sonach, wie zu ersehen, immer ein Factor auf den anderen, oder mehrere zugleich aufeinander, und die Folge ist, daß die einzelnen Organe in ihrer constructiven Gesammtheit immer wieder anders angeordnet werden. Die Summe der sich hierbei ergebenden Auskunftsmittel ist in erster Linie die Ursache der großen zur Zeit bestehenden Verschiedenheiten der Typen, wobei noch die örtlichen Verhältnisse und die jeweilige Construction der Bahn in Betracht kommen. Außerdem fußt der rationelle Maschinendienst fast durchwegs auf Erfahrungs-Coëfficienten, indem die

Größen der Adhäsion, der Zugkraft und der effectiv zur Nutzbarmachung gelangenden Dampfspannung, der Zugswiderstände u. s. w. Factoren sind, denen keine absoluten Werthe zukommen.

Kein Wunder also, daß der gesammten Entwickelung des Maschinenwesens der Eisenbahnen das Gepräge des Experimentellen aufgedrückt ist, und daß die typischen Repräsentanten von Locomotiven innerhalb bestimmter Zeitabschnitte Stadien aufweisen, welche theilweise einen rationellen Fortschritt darstellen, theilweise als unzweckmäßige, ja selbst ungeheuerliche Abnormitäten das Staunen des nachgeborenen Technikers erregen. Vergleicht man die Glieder der ganzen langen



Schnellzugs-Locomotive vom Jahre 1850.

Kette mit einander, so möchte man sich zu der Ansicht hinneigen, daß das mechanische Genie nicht geboren, sondern erzogen wird. Ein in allen seinen Theilen so vollkommener und harmonischer Mechanismus, wie ihn eine der modernen Locomotiv-Typen darstellt, würde selbst das größte Genie nie und nimmer in einem Gusse fertig gebracht haben. Es steckt etwas vom Darwin'schen Entwickelungsgesetze in diesem Sachverhalte.

Die hier abgebildeten Locomotivconstructionen geben einen guten Ueberblick auf das allmähliche Fortschreiten des Maschinenbaues. Zunächst sehen wir eine dem »Rocket« ähnliche, von Stephenson und Losh im Jahre 1830, also unmittelbar nach der Eröffnung der Eisenbahn Liverpool-Manchester, construirten Maschine. An ihr sind weniger die senkrecht angeordneten Cylinder, als der erste Versuch, durch Kuppelung der Räder das Adhäsionsgewicht der Maschine zu erhöhen, be-

merkenswerth. Auf welche Weise dieses Princip zu verwirklichen angestrebt wurde, geht aus der Zeichnung so klar hervor, daß weitere Worte überflüssig sind.

Ein ganz anderes Bild giebt die Schnellzugsmaschine vom Jahre 1832. Zwei Jahre haben genügt, die eigenthümliche Gestalt der ersten Locomotive in einer Weise umzuformen, daß diese Construction bereits sehr dem Bilde sich nähert, welches wir uns von einer Locomotive vor Augen halten. Charakteristisch für diese von Carmichael u. Co. zu Dundee für die Bahn Dundee-Newtyli gebaute Maschine sind das große Treibräderpaar, durch welches sie sich als Schnellläufer kennzeichnet, und die zu einem Drehgestell (»Truck«) vereinigten zwei rückwärtigen

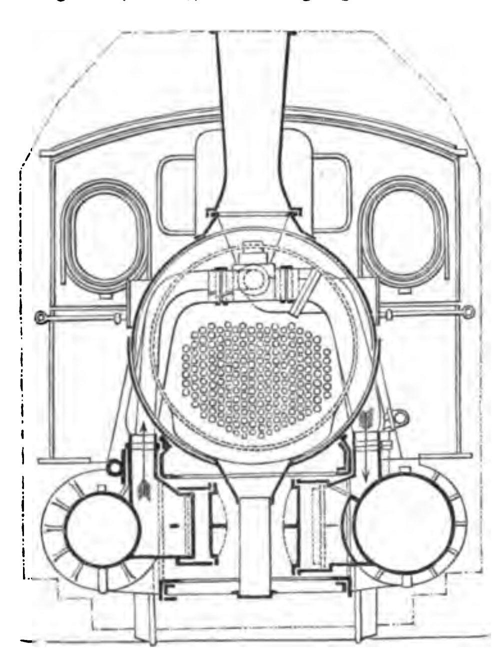


Tender-Locomotive mit combinirtem Drehgestell. Dienstgewicht 43 Tons.
(Nach einer vom Constructeur — Kraus & Co. — zur Verfügung gestellten Photographie.)

Achsen. Die Cylinder stehen noch senkrecht, wie bei den vorangegangenen Constructionen. Durch eine Hebelanordnung wird die lothrechte Bewegung der Kolbenstange in die kreisförmige Bewegung der Treibräderkurbeln umgesetzt. Diese Locomotive wog in dienstgemäßer Ausrüstung 9·25 Tons, von welchem Gewichte nur ein Theil für die Adhäsion nutzbar gemacht war. Einen ganz wesentlichen Fortschritt zeigt die auf S. 27 abgebildete Schnellzugs-Locomotive vom Jahre 1837.

Eine Bestätigung unserer obigen Bemerkung, daß in der Entwickelung des Locomotivbaues zuweilen Rückfälle zu unzweckmäßigen Constructionen sich geltend machten, bietet die hier abgebildete Schnellzugs-Locomotive vom Jahre 1850. Eine wahre Carricatur einer Locomotive! Von der Dimensionirung der einzelnen Theile abgesehen, welche den ganzen Typus zu einem höchst abenteuerlichen Aussehen

verhilft, wird dem Beschauer freilich nicht entgehen, daß hier bereits eine wohldurchdachte Anordnung der einzelnen Organe in die Erscheinung tritt: die Verlegung der ungemein großen Treibräder — durch welches sich die Maschine als Schnellläufer kennzeichnet — nach rückwärts, die Lage der Dampfcylinder und die Anordnung von drei Laufachsen als Drehgestell unter dem Kessel. Alles Uebrige aber kann als Fortschritt nicht bezeichnet werden, weder der groteske Schlot, noch der wunderlich geformte Dampfdom und nicht minder die plumpe Einrichtung des Führerstandes, welche allerdings eine Idee verkörpert, die erst einige Lustren später Eingang fand.



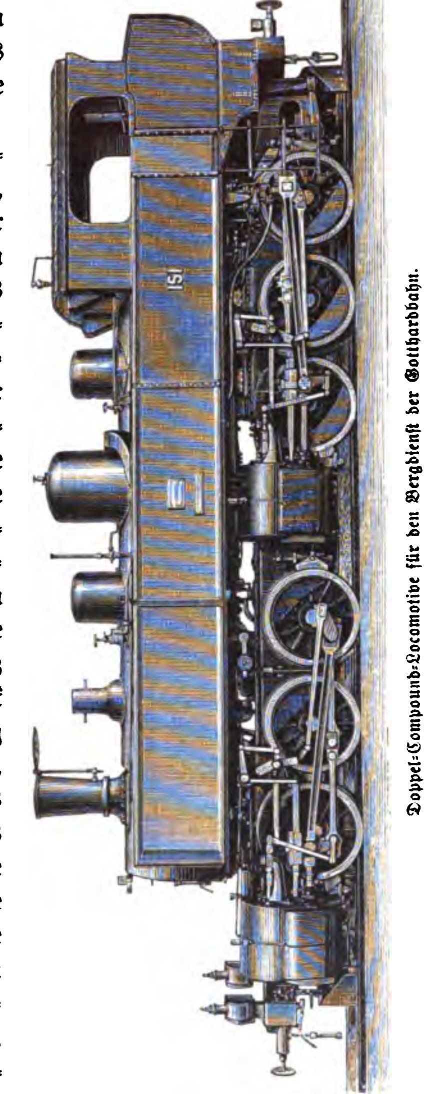
Compound-Locomotive.

Im Laufe der Zeit hat sich der Locomotivbau in unzählige Constructionssysteme zersplittert. Indes treten aus der großen Musterkarte von Typen einige derselben als charakteristisch für die ganze Gattung scharf hervor. Andere wieder besitzen in ihren Organen die Kennzeichen zeitweiliger Experimente in einer bestimmten Richtung, handelt es sich nun um rein maschinelle Principien oder um die Anpassung der Constructionssysteme an örtliche Verhältnisse. Hierzu gehören die auffälligen Abweichungen, z. B. Belpaire's Balanciermaschine, die »Steyerdorf« mit der Blindachse, Fairlie's »little Wonder« — eine unter falscher Flagge segelnde alte deutsche Erfindung —, dann Meyer's und Fell's Gebirgsmaschinen, Grund's Locomotive, die Systeme Wetli, Riggenbach, Locher und Abt für den Gebirgsbetrieb, Engerth's Tender-Locomotive und die vielen anderen aus vorstehenden Constructionen hervorgegangenen Spielarten, z. B. Mallet's Viercylindermaschine (Duplex), die Flaman'sche Doppelkessel-Locomotive, Kraus' Gebirgsmaschine mit combinirtem Drehgestell, und die mancherlei, zum Theile von den Grundtypen sehr abweichenden amerikanischen Constructionen, über welche wir später referiren werden.

Die stetig wachsenden Anforderungen an die Fahrgeschwindigkeit einerseits und an die Zugkraft anderseits, gaben dem Maschinenwesen bei den Eisenbahnen neue Antriebe zu fortschreitender Entwickelung. Für den Schnellverkehr ist die Crampton'sche Locomotive mit ihrer hinter der Feuerbüchse liegenden Treibachse, deren Räder einen Durchmesser von über 2 Meter haben, typisch geworden. Die

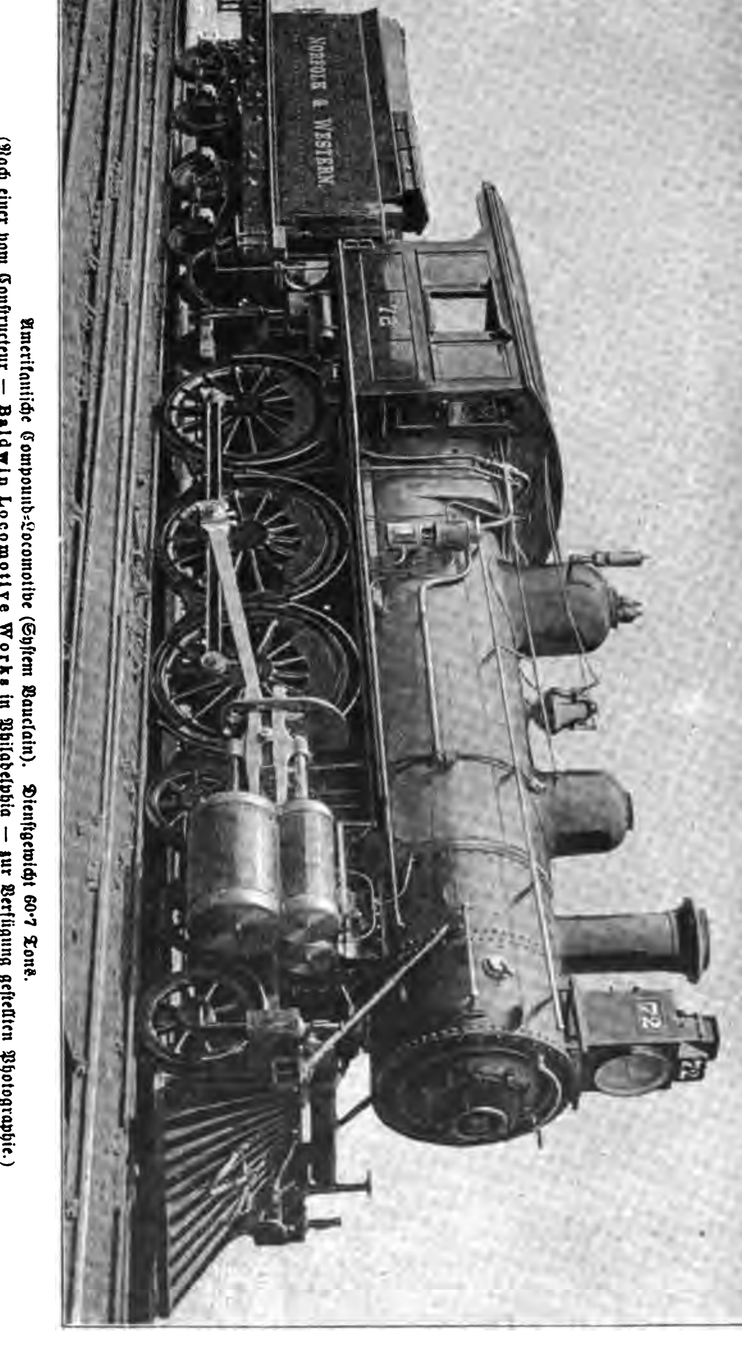
meisten anderen Constructionen dieser Art verlegen die Treibachse in die Mitte, wieder andere schalten noch eine Kuppelachse ein, wozu noch die Combinationen von einzelnen Laufachsen oder Trucks hinzukommen. Die englischen Schnellzugs-Locomotiven haben meist nur eine Treibachse, deren Räder einen außergewöhnlich großen Durchmesser (bis 2·5 Meter), ein vorderes zweiachsiges Drehgestell und eine hintere feste Laufachse haben.

Behufs Erzielung einer größeren Zugkraft vermehrte man die Zahl der Achsen, welche gekuppelt wurden, wodurch — weil der Bewegungsantrieb von den Dampfcylindern aus gleichzeitig auf alle Räder wirkt — das volle Adhäsionsgewicht der Locomotive ausgenützt werden konnte. Da aber bei der erwähnten Beschränkung des Querschnittes der Kessel diese, um eine möglichst große Dampfleistung zu ergeben, eine unverhältnißmäßige Länge erhielten, luden sie sowohl nach vorne als nach hinten übermäßig aus, da die Kuppelachsen einen sehr kurzen totalen Radstand erhalten mußten, um bei der Durchfahrt von Curven nicht zu schwerfällig zu werden. Diese Anordnung hatte und hat den Fehler, daß solche Locomotiven in der Bewegung stark schlingern und überhaupt einen unruhigen Gang haben. Um diesen Uebelstand zu paralysiren, schaltete man unter den Vordertheil des Kessels eine Laufachse oder vollends ein zweiachsiges Truckgestell ein, während das rückwärtige Ende der Locomotive gleichfalls eine Laufachse zu ihrer Unterstützung erhielt. Eine solche *siebenachsige* Locomotive führen wir in einer trefflichen bildlichen Darstellung (Vollbild) vor. Sie leistet wohl das Aeußerste, was sich in der Vielzahl von Achsen erzielen läßt.



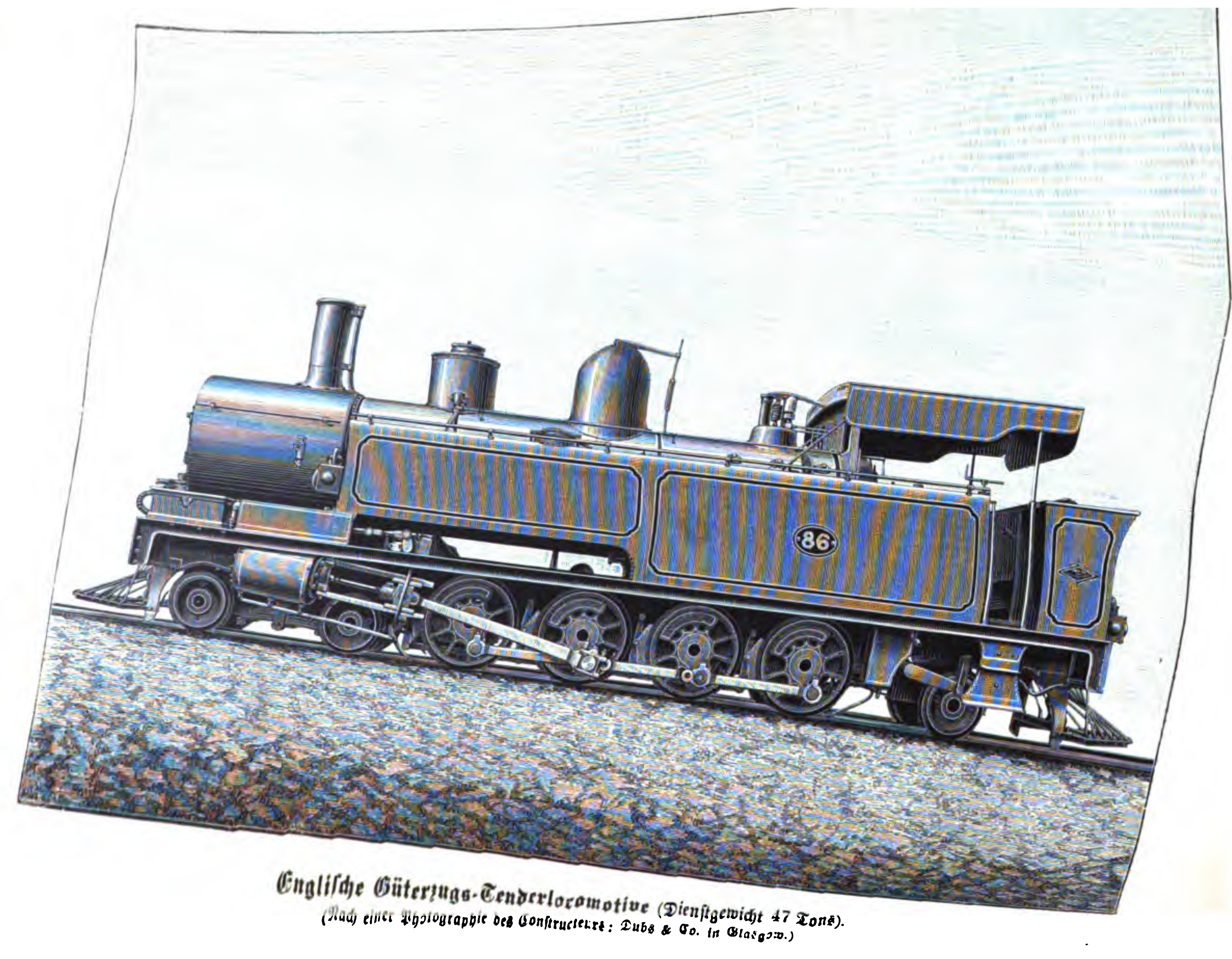
Doppel-Compound-Locomotive für den Bergdienst der Gotthardbahn.

Einen weiteren Fortschritt im Maschinenbau bezeichnet die *Compound-Locomotive*, oder, wie sie entsprechend den deutschen Bestrebungen nach Sprachreinigung genannt wird: die »Verbund-Locomotive«. Das Princip dieser Construction, welches bei feststehenden Dampfkesseln schon seit längerer Zeit ausgedehntere An-



Amerikaniſche Compound-Locomotive (Syſtem Vauclain). Dienſtgewicht 60·7 Tons.
(Nach einer vom Conſtructeur — Baldwin Locomotive Works in Philadelphia — zur Verfügung geſtellten Photographie.)

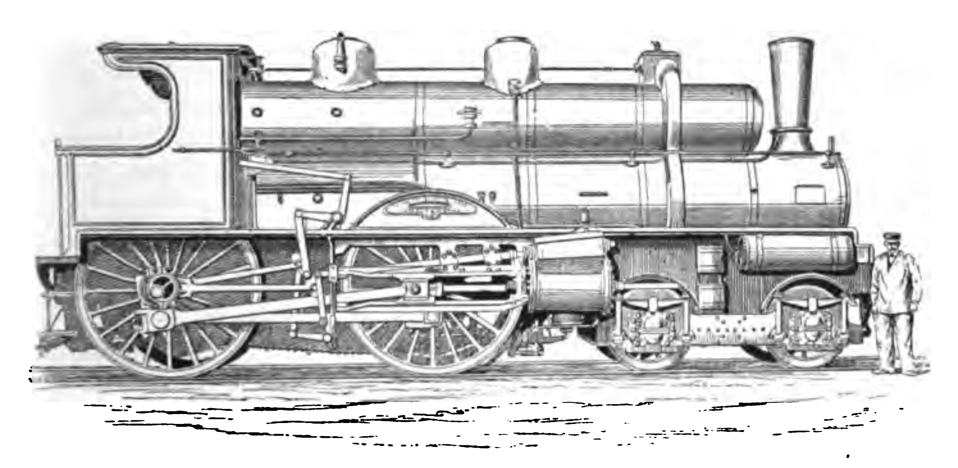
wendung gefunden, beruht auf der rationellen Ausnützung des Dampfes, welche bei den nach dieſem Principe gebauten Maſchinen darin beſteht, daß auf jeder der Locomotiven ein Cylinderpaar angeordnet iſt. Der Dampf tritt zunächſt in den kleinen Cylinder, wirkt auf den Kolben, indem er theilweiſe expandirt, nimmt dann ſeinen Weg in den größeren Cylinder auf der anderen Seite der Locomotive, vollendet hier ſeine Expanſion und entweicht durch den Schornſtein. Die Verbund-Locomotive verbraucht



Englische Güterzugs-Tenderlocomotive (Dienstgewicht 47 Tons).
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Dubs & Co. in Glasgow.)

demnach weniger Dampf und nützt die Expansion desselben in höherem Grade aus, als die gewöhnliche Locomotive. Die erste Maschine dieser Art, welche im Jahre 1876 von dem schweizerischen Ingenieur Mallet construirt wurde, erhielt durch den deutschen Ingenieur v. Borries dadurch eine wesentliche Verbesserung, daß durch ein selbstthätiges Ventil beim Anfahren auch in den großen Cylinder Dampf einströmt, und daß dieser Zufluß erst dann abgesperrt wird, wenn in dem Verbindungsrohre zwischen den beiden Cylindern und ihren Schiebern die richtige Dampfspannung eingetreten ist.

Um die Leistungsfähigkeit der Locomotiven zu steigern, hat der Scharfsinn der Maschinentechniker nicht geruht und er erachtet seine Aufgabe noch lange nicht für gelöst. So haben die Ingenieure Mallet und Brunner das »Duplex«-System ersonnen, d. h. eine viercylindrige Locomotive, deren Mechanis-

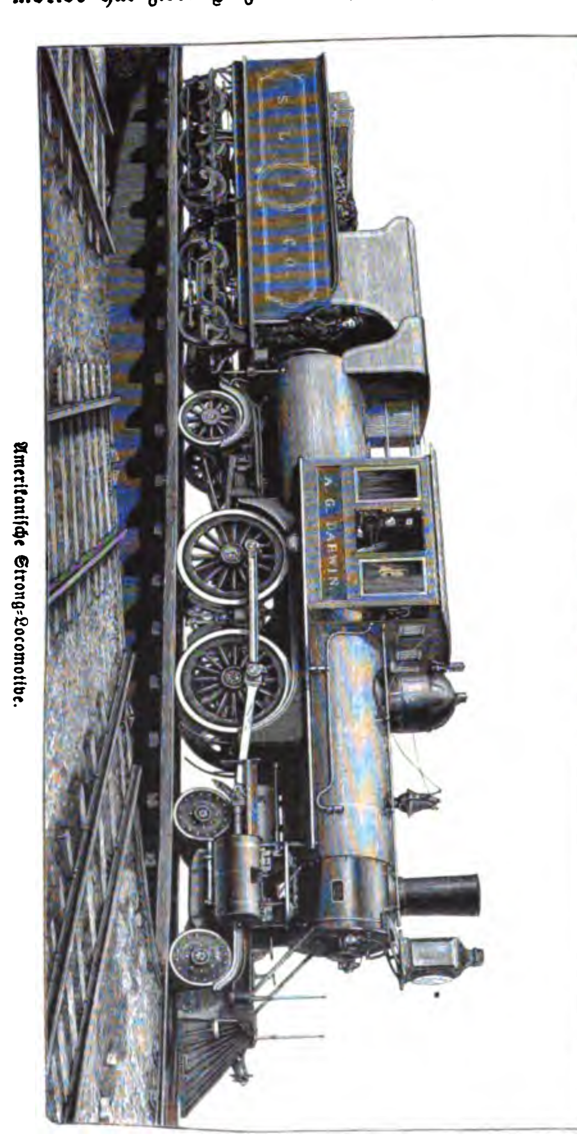


Französische Schnellzugs-Locomotive mit Flaman'schem Doppelkessel.

mus in zwei, unter einem gemeinschaftlichen Kessel hintereinander laufenden Motorengruppen getrennt ist. Die besonderen Vorzüge dieser Construction liegen in der Unterbringung der Munition (Wasser und Kohle) auf dem Motor selbst und in der Theilbarkeit der gesammten Zugkraft auf eine größere Anzahl Treibräder mit möglichst zwanglosem Lauf der einzelnen Räderachsen. Die Abbildung auf S. 31 veranschaulicht eine solche von Maffei in München für die Gotthardbahn gebaute Maschine.

In anderer Weise hat Flaman die Anforderung an höhere Zugleistung gelöst. Sein System besteht in der Anordnung zweier cylindrischer Kessel übereinander, die durch drei kurze, weite Stützen miteinander verbunden sind. Beide Kessel sind mit der Feuerbüchse vereinigt, die zu diesem Zwecke entsprechend höher als gewöhnlich gebaut ist. Der untere Kessel, in welchem die Siederohre liegen, ist größer als der obere, welcher bis etwa zur Hälfte Wasser enthält, während die obere

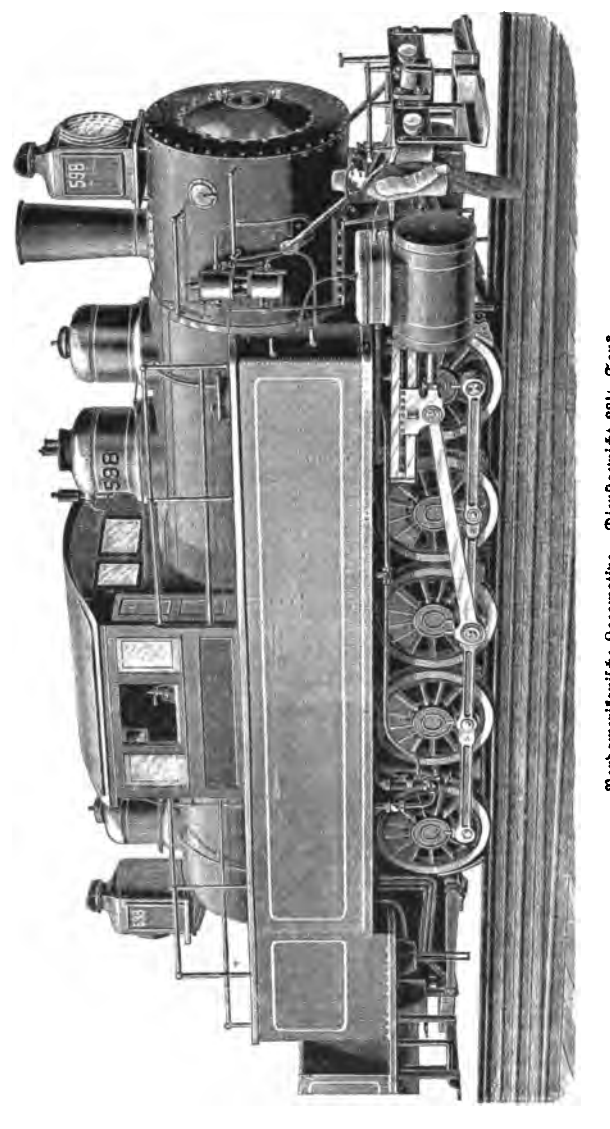
Hälfte den Dampfraum bildet. . . . In anderer Weise wieder löst die amerikanische Strong-Locomotive die Anforderung größerer Leistungsfähigkeit. Diese Locomotive hat zwei Heizkammern, die sich zu einer Verbrennungskammer vereinigen. An letzterer schließt sich der zweitheilige Röhrenkessel an. Die beiden Heizkammern ergänzen sich gegenseitig: während in der einen das Feuer angemacht wird, muß in der andern ein lebhaftes Feuer unterhalten werden, damit die halboxydirten Gase, welche der ersteren entströmen, durch die besonders heißen Gase der letzteren in der Verbrennungskammer vollständig oxydirt werden. Der Verbrennungsproceß ist sonach ein sehr energischer und es kann auch schlechtes Brennmaterial zur Verwendung kommen.



Amerikanische Strong-Locomotive.

Das moderne Eisenbahnwesen hat sich auch Motoren zu Nutze gemacht, welche den herkömmlichen Begriff von einer Locomotive — nämlich eines mit einem Feuerherde versehenen mechanischen Fahrapparates — nicht decken. Wir haben hierbei weniger die Motorenwagen der elektrischen Eisenbahnen, welche einen Typus des technischen Verkehrswesens für sich bilden, vor Augen, als vielmehr solche Motoren, welche entweder durch comprimirte Luft, oder durch überhitztes Wasser (Francq's Heißwasser-Locomotive), oder durch Einleitung eines chemischen Processes (Honigmann's Natron-Locomotive) u. s. w. in Bewegung gesetzt werden. Wir kommen auf diese Constructionen, zu welchen auch die Locomotive mit »gemischter Feuerung« (Kohle und Petroleum) zu zählen ist, in einem späteren Abschnitte zurück.

Mit den stets wachsenden Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit der Locomotiven und den Bestrebungen der Constructeure, diesen Forderungen gerecht zu werden, haben manche Typen eine Dimensionirung und damit ein Totalgewicht erlangt, das zu überschreiten kaum mehr möglich sein dürfte. Von den $4\frac{1}{2}$ Tons des Stephenson'schen »Rocket«, ist man allmählich auf 10, 20, 30 Tons übergegangen, alsdann bei den schwersten Typen auf 40 und 50 Tons. Zur Zeit ist man über dieses Maximum weit hinaus. Die vorerwähnte Maffei'sche Duplex-Compound-Locomotive hat, bei einem totalen Radstand von 8·1 Meter und einer Länge von 13·7 Meter, ein Dienstgewicht von 86 Tons und ist zur Zeit die schwerste Maschine dieser Art auf der ganzen Erde. In den Vereinigten Staaten von Amerika ist jüngst eine Locomotive aus den berühmten Baldwin'schen Werkstätten zu Philadelphia für die Grand-Trunk-Railway in Canada hervorgegangen, welche ein Dienstgewicht von $88\frac{1}{2}$ Tons hat.



Nordamerikanische Locomotive. Dienstgewicht $88\frac{1}{2}$ Tons.
(Nach einer vom Constructeur — Baldwin Locomotive Works in Philadelphia — zur Verfügung gestellten Photographie.)

Aber auch diese Riesenmaschine ist bald überholt worden. Die Hyde Park Locomotive Works zu Glasgow — wohl die großartigste Werkstätte in Europa — haben eine größere Zahl von Doppel-Locomotiven nach dem System Fairlie gebaut, welche für den Betrieb der langen Steigungen von 40‰ mit Krümmungen von 100 Meter Radius der Bahn von Vera Cruz nach Mexico bestimmt

sind. Das Gewicht einer solchen sechsachsigen Tendermaschine ist mit vollen Vorräthen über 90 Tons, der Preis über 50.000 Gulden. Freilich leistet dieser Motor das Doppelte wie eine gewöhnliche schwere Gebirgsmaschine. Damit nicht genug, haben die Rhode Island Locomotive Works in jüngster Zeit für die mexikanische Centralbahn Locomotiven construirt (System Fairlie), deren Dienstgewicht 130 Tons beträgt! Das ist zur Zeit die schwerste Type. (Siehe das Vollbild.)

* * *

Eintheilung der Eisenbahnen.

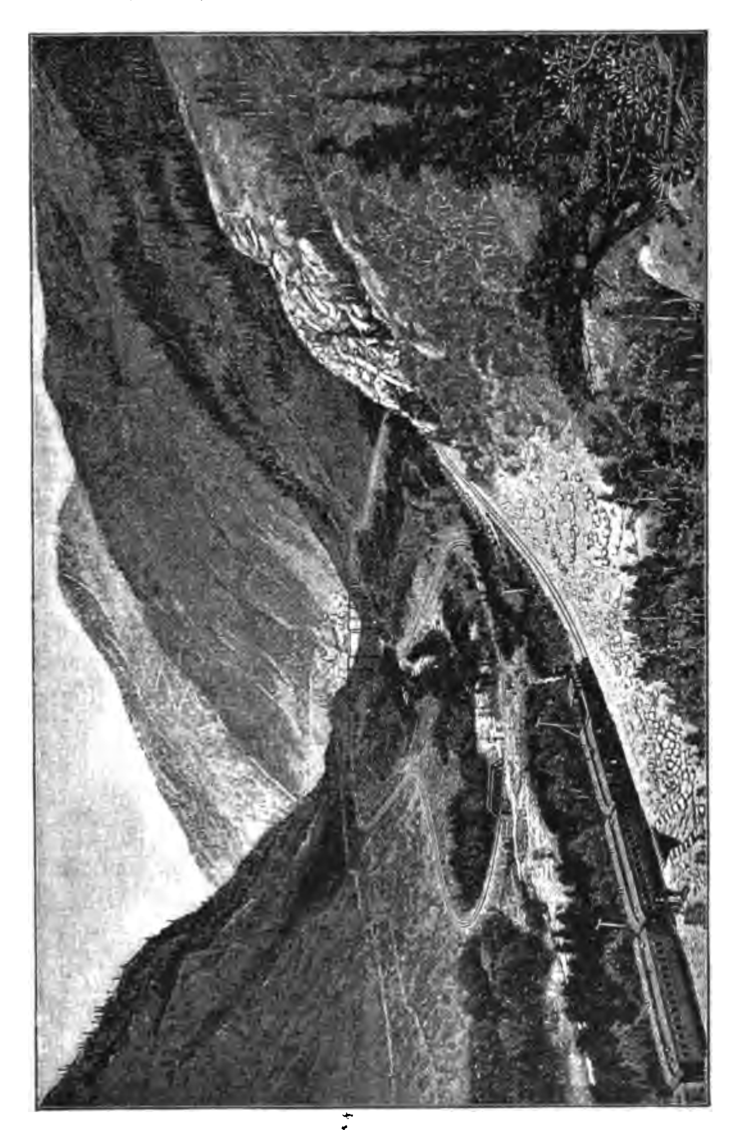
Wenn wir das Eisenbahnwesen in seiner heutigen universellen Ausgestaltung überschauen, erkennen wir an demselben den ausgeprägten Zug der Individualisirung. Die Eisenbahnen sind der Natur der Sache nach der vollkommenste Ausdruck des Verkehrswesens, und da das letztere bezüglich seiner charakteristischen Formen aus den nationalen Bedürfnissen und Eigenthümlichkeiten hervorgeht, tragen auch die Einrichtungen der Transportmittel ein diesem Sachverhalte entsprechendes Gepräge, das von Volk zu Volk, von Land zu Land zum Theile sehr tiefgehende Verschiedenheiten im Gefolge hat. Sie sind theils wirthschaftlicher, theils technischer Natur, im Großen und Ganzen aber durch die örtlichen Verhältnisse, eingelebten Bedürfnisse und herrschenden Gewohnheiten bedingt.

Eine Charakterisirung der jeweils in die Erscheinung tretenden Formen würde hier zu weit führen und überdies im Verlaufe dieser Schrift zu unliebsamen Wiederholungen Anlaß geben, da wir noch reichlich Gelegenheit finden werden, den bei den Eisenbahnen — vornehmlich was die Typen der Fahrbetriebsmittel anbelangt — herrschenden Individualismus das Wort zu reden. Zugleich aber muß hervorgehoben werden, daß selbst innerhalb relativ beschränkter Gebiete eine große Mannigfaltigkeit der Constructionsweisen, je nach den angestrebten Zwecken in den localen Bedingungen, zur Geltung kommt. Damit hängen wieder zahlreiche andere Factoren zusammen, welche dem Eisenbahnwesen jene große Schmiegsamkeit verliehen haben, die ihren Ausdruck in den verschiedenen Systemen und in den ihre Rangordnung bestimmenden Abstufungen der Leistungsfähigkeit, finden.

Es ist also begreiflich, daß die Eisenbahnen eines und desselben Landes ein sehr buntes Bild abgeben, wenn man sie vom Standpunkte der mancherlei Zwecke, denen sie dienen, beurtheilt. Die überwiegende Mehrzahl aller bestehenden Eisenbahnen sind Adhäsionsbahnen, bei welchen die Zugkraft der Locomotiven vermöge der Reibung ihrer glatten Treibradumfänge auf den Schienenköpfen ausgeübt wird. Es liegt in der Natur der Sache, daß hierbei immer nur mäßige Steigungen bewältigt werden können. Selbst bei den die Alpen übersteigenden internationalen Bahnlinien gehen die größten Steigungen in der Regel nicht über 25 auf 1000 (1 : 40) und niemals über 40 auf 1000. Nur in vereinzelten Fällen, wenn die Art des Verkehrs ganz leicht zu bildende Züge gestattet, hat man stärkere Steigungen zur Ausführung gebracht, z. B. bei der nur dem Per-

sonenverkehr dienenden Bahn zwischen Enghien und Montmorency 45 auf 1000 (1 : 22·2), und in der Bahnlinie von der Stadt Zürich nach dem Uetliberg im Maximum 70 auf 1000 (1 : 14).

Die Grenze, welche den Adhäsionsbahnen gezogen ist, wirkt in hohem Maße auf die Gestaltung der Trace, auf ihre Entwickelung im schwierigen Terrain zurück, und dieser Umstand hat gerade in jüngster Zeit, d. h. seitdem der Gebirgsbahnbau — dank dem Aufwande an maschinellen Hilfsmitteln, welche sich ihm dienstbar erwiesen — in ein rascheres Tempo gekommen ist, der Eisenbahntechnik ein weites Feld für ihre Leistungsfähigkeit eröffnet. Hierbei machen sich zwei Gesichtspunkte geltend, indem nämlich einerseits die Ueberwindung bedeutender Niveaudifferenzen durch eine complicirte Anlage von Schleifen angestrebt wird, während man ihnen anderseits durch lange Tunnels in relativ tiefen Lagen auszuweichen trachtet. In besonders schwierigen Fällen erweist sich eine Combination beider Principien als unerläßlich. Die Gotthardbahn beispielsweise, in der zur



Georgtown-Zweigbahn der Union-Pacificbahn (Colorado).

Zeit die längſte Tunnellirung der Welt liegt, bedurfte gleichwohl, um die offene Bahn bis zu den beiden Mundlöchern des großen Tunnels führen zu können, ein großartiges Syſtem von Schleifenanlagen, Kehr- und Spiraltunnels, in welcher ſie von keiner anderen Bahn übertroffen wird.

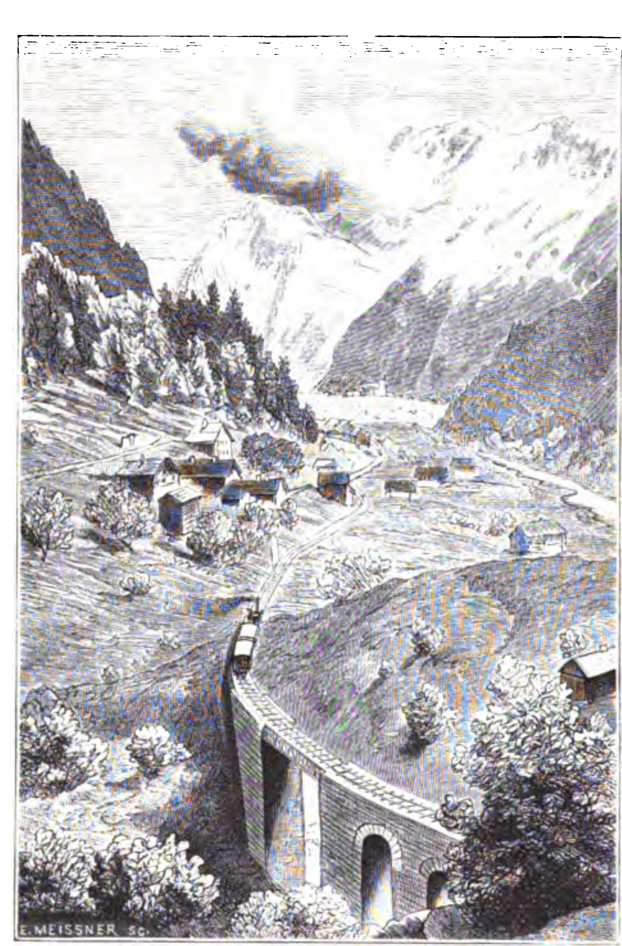
In Bezug auf die Disponirung der Trace als offene Bahn in einem Terrain von geringer Erſtreckung, aber großen Niveaudifferenzen, darf die Schwarzwaldbahn als ein typiſches Vorbild hingeſtellt werden. Zur Vermeidung koſtſpieliger Thalüberbrückungen und der Anlage eines langen Haupttunnels, wurde die Linie der Plaſtik des Gebirges angepaßt, d. h. an den Abdachungen desſelben hingeführt. Dies konnte nicht anders als durch zahlreiche Ausbiegungen in Seitenthäler, allmähliches Anklimmen der Höhen durch ſtaffelförmige Dispoſition der Linie auf einem und demſelben Gehänge mit Einſchaltung rückläufiger »Kehren« und zahlreicher kleiner Tunnels, kurz, durch eine ingeniöſe Umſchlingung der ſich in den Weg ſtellenden Hinderniſſe erreicht werden. Betrachtet man den Situationsplan der Schwarzwaldbahn, ſo würde man meinen, den verſchlungenen Pfad eines Labyrinthes und nicht den Verlauf eines Schienenweges vor ſich zu haben. Daraus erklärt ſich auch, daß in der nur 26 Kilometer langen eigentlichen Gebirgsſtrecke nicht weniger als 38 Tunnels liegen mit zuſammen 9·5 Kilometer Dunkelraum. Es liegt alſo der dritte Theil der Bahn unterirdiſch. Außerdem iſt der zahlreichen Brücken und hohen Aufdämmungen zu gedenken, durch welche die Schwarzwaldbahn einen Formenreichthum bekundet, der ſelbſt durch die Gotthardbahn nicht weſentlich überboten iſt.

Eine große Virtuoſität, von aller Schematiſirung abweichend, bekunden die amerikaniſchen Eiſenbahntechniker in der Ueberwindung örtlicher Hinderniſſe. Von den gewaltigen Anlagen, welche die mächtigen Gebirge des Weſtens queren, ganz abgeſehen, tritt bei den amerikaniſchen Bahnen das Princip der Individualiſirung ſo ſtark hervor, daß Normen und Formen ſo gut wie gar keine Giltigkeit haben und nur das jeweils Zweckmäßige im Auge behalten wird. Die möglichſt innige Anpaſſung der Schienenwege an die Bodenverhältniſſe, um allen koſtſpieligen Kunſtbauten aus dem Wege zu gehen, drückt den amerikaniſchen Eiſenbahnen den Stempel des Proviſoriſchen, des Unfertigen auf. Es wird aber damit erreicht, daß örtliche Hinderniſſe, bei Wahrung der größten Oekonomie, durch Adoptirung der jeweils zweckmäßigſten Dispoſition eine längere Entwickelung der Trace erwächſt, was aber durchaus nicht in Betracht kommt, da auf die Conſolidirung der betreffenden Linie wenig Gewicht gelegt wird.

Ein typiſches Beiſpiel, wie die Amerikaner nach dieſer Richtung verfahren, giebt das beigefügte Bild, welches eine große Schleife auf der Georgtown-Abzweigung der Union-Pacific-Eiſenbahn in Colorado darſtellt. Die Schleife hat eine Länge von 6·5 Kilometer und verbindet zwei Punkte, welche in gerader Richtung nur 2 Kilometer entfernt, aber um 183 Meter verſchieden hoch liegen. Die Bahn hätte ſonach, um die gerade Richtung einzuhalten, eine Steigung von 90 auf 1000

erhalten müssen. Dies wäre nur bei Anwendung der Zahnstange möglich gewesen. Aus der Abbildung läßt sich aber erkennen, daß die Gestaltung des Geländes einer directen Ersteigung nicht günstig ist. Man verlängerte daher auf künstlichem Wege die Trace, welche dadurch in ein Steigungsverhältniß von 28 auf 1000 zu liegen kam.

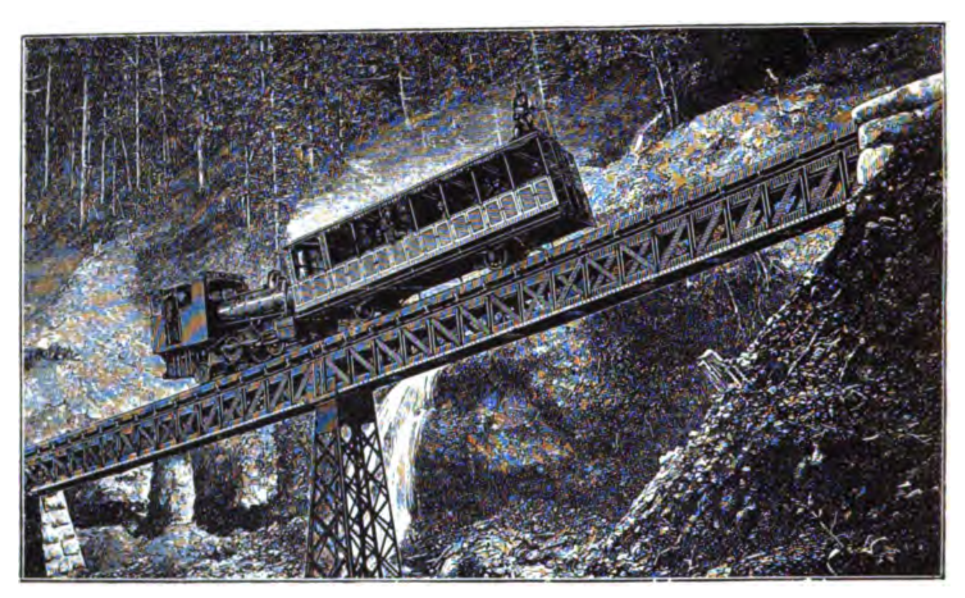
In Anbetracht des Umstandes, daß Adhäsionsbahnen an ein bestimmtes Maximum der Steigungsverhältnisse gebunden sind, liegen dieselben meist ziemlich tief, da die oberen Partien der Gebirge ein Ueberschreiten ohne Zahnstangenanlage nicht gestatten. Außerdem hat man mit den klimatischen Verhältnissen zu rechnen, welche die zulässige Höhe, bis in welche eine auf Adhäsionsbetrieb fußende Locomotivbahn geführt werden kann, vorzeichnen. So liegt der Scheitelpunkt der Gotthardbahn in 1154, jener der Mont-Cenisbahn in 1294, jener der Arlbergbahn in 1300 Meter Seehöhe. Die höchste Lage unter allen Adhäsionsbahnen in Europa hatte bislang die Brennerbahn, welche in 1366 Meter Seehöhe in offener Bahn die Wasserscheide im Centralalpenstocke überschreitet. Diese Höhe ist aber in jüngster Zeit bedeutend überschritten worden, allerdings von keiner Hauptbahn, sondern von einer Secundärbahn mit schmaler Spur, jener von Landquart nach dem berühmten Curorte Davos, deren höchster Punkt in 1634 Meter liegt.



Partie an der Davosbahn.

Neben den Adhäsionsbahnen haben sich zu dem Zwecke, außergewöhnliche Steigungen zu überwinden und bedeutende Höhen zu erklimmen, besondere Formen von

Steilbahnen (Bergbahnen) ausgebildet, welche die mannigfaltigſten Conſtructionsweiſen darbieten, theils bezüglich der in Anwendung kommenden Motoren, theils rückſichtlich der Bahnlage an und für ſich. Die Geſchichte dieſer Unternehmungen iſt noch ſehr jung, ihre Ausgeſtaltung aber ſehr intereſſant. . . . Im Jahre 1863 trat der ſchweizeriſche Ingenieur Riggenbach mit dem Vorſchlage an die Oeffentlichkeit, auf die Höhe des Rigi eine Zahnradbahn zu bauen. Er hatte auf der eidgenöſſiſchen Centralbahn, die in kühnen Steigungen ſich erhebt, die Erfahrung gemacht, daß die Anwendung der Adhäſions-Locomotive auf ſteilen Gebirgsbahnen unvortheilhaft ſei, und ihn auf den Gedanken gebracht, große Steigungen mittelſt Zahnſtange und Zahnrad-Locomotive zu überwinden.



Arth-Rigibahn — Rothenfluhbachbrücke.

Riggenbach's Vorſchlag blieb unbeachtet. Zwei Jahre ſpäter empfahl er ſein Project zur Ueberſchienung des St. Gotthard ſtatt der zahlreichen Serpentinen und des koſtſpieligen Haupttunnels. Erſt als die Kunde aus Amerika kam, daß dort eine Zahnſtangenanlage ſich vorzüglich bewähre, änderten ſich die allgemeinen Anſchauungen gegenüber den Zahnradbahnen. Zwei Ingenieure, Näff und Zſchokke, boten nun Riggenbach die Hand zur Ausführung ſeines älteren Projectes, und im Herbſte 1870 fuhr die erſte nach ſeinem Syſtem erbaute Zahnrad-Locomotive von den Ufern des Vierwaldſtätterſees, von Vitznau, auf den höchſten Gipfel des Rigi, den »Kulm«. Die Welt erlebte ein neues überraſchendes Schauſpiel: zu einer Höhe von 1750 Meter über dem Meere drang die Locomotive auf ſchiefen Ebenen mit einer Steigung von 1 Meter auf 4 Meter empor. Und die Thalfahrt, welche die Gegner des Syſtems, als beſonders gefährlich erklärt hatten,

gelang nicht minder gut als die Bergfahrt. Die Locomotive raste nicht, wie jene prophezeit hatten, mit wachsender Geschwindigkeit, jedem Bremsversuche widerstehend, thalwärts; nein, es erwies sich vielmehr die in dem Dampfcylinder comprimirte Luft, welche dem Kolben wie ein Polster entgegenwirkte, als eine mächtige hemmende Kraft.

Die Zahnradbahn von Vitznau auf den Rigi wurde als Touristenbahn am 21. Mai 1871 eröffnet. Sie ersteigt eine Höhe von 1311 Meter auf eine Länge von etwas über 7000 Meter. Die Bahn hat ein Geleise mit normaler Spurweite und zwischen beiden Schienensträngen einen dritten, die Zahnstange, welche dazu bestimmt ist, das Zahn- und Triebrad der eigens für dieses Betriebssystem construirten Gebirgs-Locomotive aufzunehmen und dieser die sicheren continuirlichen Stützpunkte zu bieten, um sich bergwärts emporzuarbeiten, oder den Zug mit mäßiger Geschwindigkeit thalab zu führen. Die äußeren, zur Aufnahme der Laufräder bestimmten Schienen sind auf Querschwellen befestigt und diese auf Langschwellen gefaßt. Die Zahnstange liegt nur auf den Querschwellen, und zwar auf deren Mitte. Das ganze System ist in Bezug auf Anlage und Betrieb von so eminenter Sicherheit, daß es nicht Wunder nehmen kann, wenn im Verlaufe der letzten zwei Decennien zahlreiche ähnliche Verkehrsanlagen, insbesondere in den Alpen, geschaffen wurden.

Auf die Vitznau-Rigibahn folgte bald ihre Concurrentin, die Arth-Rigibahn. Sie ist in technischer Beziehung bemerkenswerther als die erstgenannte. Der kühnste Theil der Bahn liegt in der Krübelswand, welche einen 530 Meter langen Felseinschnitt aufweist. Rinnen und Pultdächer schützen die Bahn vor Regenfluthen. Durch den 63 Meter langen Rothenfluhtunnel und einen Wald, unter welchem in finsterer Schlucht der Aarbach rauscht, gelangt man zum Rothfluhbach, über welchen eine Gitterbrücke setzt. Weiterhin geht es an der thurmhohen Wand der Rothfluh vorüber zur Station Frittli und jenseits derselben durch den Pfedernwald mittelst der 33 Meter langen Dossenbachbrücke und dem 43 Meter langen Pfedernwaldtunnel. Auf die nächste Station Klösterli folgt die Station Rigi-Staffel, wo sich die Linie mit der von Vitznau kommenden vereinigt. Von dieser letzteren zweigt eine Seitenlinie nach Rigi-Scheidegg ab. Sie windet sich am südlichen Gehänge des Rothstock und ist größtentheils in Felsen gehauen. Bemerkenswerth sind in dieser Strecke der Tunnel bei Unterstetten und der hohe Damm am Dossentobel.

Die günstigen Ergebnisse des Betriebes der beiden ersten Zahnradbahnen, waren die besten Empfehlungen für das System. Auf Grund dessen folgten bald andere Eisenbahnen. Zunächst bedeutete die Eröffnung der Zahnradbahn von Rorschach am Bodensee nach dem klimatischen Curorte Heiden, der auf einer Höhe der letzten Ausläufer des Appenzeller Gebirges liegt, ein neues wichtiges Moment in der Entwickelungsgeschichte der Zahnradbahnen. Diese an landschaftlichen Reizen hochinteressante Bahn, welche bei einer Länge von 5·5 Kilometer eine Höhe von 390 Meter erklimmt, war die erste Zahnradbahn, welche nicht

blos dem Personenverkehr, sondern auch dem Güterverkehr diente, und deren Betrieb sich nicht blos auf die günstige Jahreszeit beschränkte, sondern auch während der Wintermonate aufrecht erhalten wurde.

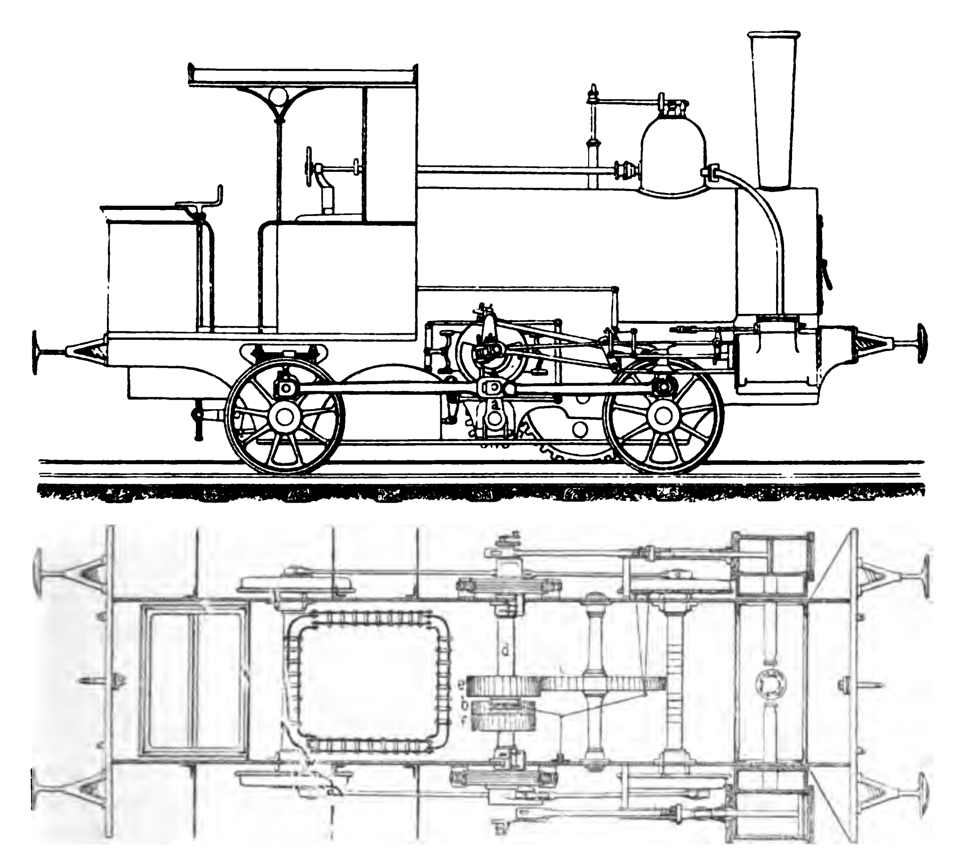
In Oesterreich-Ungarn wurden die Bergbahnen mit der Anlage einer Zahnradbahn auf den Kahlenberg eröffnet, doch wurde diesem Unternehmen keine begeisterte Heerfolge geleistet. Es bedurfte langer Jahre, ehe dem gegebenen Beispiele nachgefolgt wurde. Zur Zeit bestehen außer der Kahlenbergbahn vier Bergbahnen in den Alpen: die Gaisbergbahn in Salzburg, die Achenseebahn in Nordtirol, die Schafbergbahn in Oberösterreich und die Erzbergbahn in Obersteiermark. Letztere sowohl als die Gebirgsstrecke der Bahn Sarajewo-Mostar repräsentiren als Zahnradbahnen mit durchgehendem Verkehr eine neue Entwickelungsstufe dieses Systems.

Dies verhält sich so: Schon die Gaisbergbahn bedeutete einen großen Fortschritt in der bisher erreichten Vervollkommnung des Riggenbach'schen Systems, vornehmlich bezüglich der Einrichtung der Locomotiven. Es wird nämlich hier nur in der Bergfahrt mit Dampf gefahren, während bei der Thalfahrt comprimirte Luft in Anwendung kommt. Zu diesem Ende wird der Zutritt des Dampfes in die Cylinder abgesperrt und durch die Bewegung der Kolben in die ersteren Luft gepreßt und wieder ausgestoßen. Da durch eine entsprechende Vorrichtung die herausgepreßte Luft auf einen erheblichen Widerstand stößt, ergiebt sich die Möglichkeit, den Motor völlig zu beherrschen und die jeweilig gewünschte Schnelligkeit genau zu reguliren. Weitere Verbesserungen betreffen die ausgezeichneten Bremsvorrichtungen, vermöge welcher der Betrieb von fast absoluter Sicherheit ist, so weit eben menschliches Vermögen einen solchen Grad von Sicherheit bieten kann. Die Locomotive hat drei Bremsen, von welchen jene, die der Locomotivführer handhabt, auf die Kurbelachse, die vom Heizer bediente auf die Laufachse, und die Luftbremse endlich auf das Zahnrad wirkt. Auch die Wagen besitzen eine vortrefflich functionirende Bremsvorrichtung, welche es ermöglicht, den vollbesetzten Wagen selbst im größten Gefälle sofort zum Stillstande zu bringen. Wie bei allen Bergbahnen, werden auch hier die Wagen von der Locomotive bergwärts geschoben, thalwärts aufgehalten. Die Wagen sind an der Locomotive nicht angekuppelt. Die Gaisbergbahn hat 1 Meter Spurweite, ist 5·3 Kilometer lang und überwindet eine Höhendifferenz von 848 Meter. Von den 5300 Meter der Gesammtlänge liegen 1800 Meter in der größten Steigung von 25 Procent (1 : 4). Das bedeutendste Object ist der 500 Meter lange, im Mittel 10 Meter tiefe Felseinschnitt oberhalb der Zistelalpe.

In ihren unteren Theilen hatte die Gaisbergbahn mit gefährlichem Rutschterrain zu kämpfen, und mußten deshalb umfangreiche Schutzbauten (Terrassirungen und Sickerwerke) angelegt werden. Bemerkenswerth ist ferner, daß diese Bahn zum größten Theil während des Winters von 1886 auf 1887 erbaut wurde, eine Leistung, die in erster Linie der Thatkraft und Umsicht des Erbauers, Ingenieurs Schroeder, zu danken ist. Es war ein Novum außergewöhnlicher Art, im Hoch-

gebirge, im Kampfe mit Eis und Schnee einen Schienenweg von tadelloser Construction herzustellen. Die Eröffnung der Gaisbergbahn fand am 25. Mai 1887 statt.

Unterdessen arbeitete Riggenbach unentwegt weiter an der Verbesserung seines Systems. Er war der erste, der für die kleine Zahnradbahn Ostermundingen (im Canton Bern) eine Locomotive construirte, bei welcher je nach Bedürfniß die Adhäsion oder das Zahnrad die Fortbewegung vermittelt. Diese Zahnradbahn war



Riggenbach's Zahnradbahn-Locomotive gemischten Systems.

sonach die erste Zahnradbahn »gemischten Systems«, wie man diese wichtige Neuerung benannte. Leider hafteten ihr mancherlei Mängel an, wodurch die Zahl der Gegner dieses Systems erheblich wuchs. Trotzdem arbeitete Riggenbach an seiner Erfindung weiter, insbesondere im Vereine mit dem Ingenieur Thommen; denn er hatte erkannt, daß eigentlich in dem sogenannten »gemischten System« die Zukunft der Bergbahnen mit durchgehendem Verkehr liege.

Die vorgenommenen Verbesserungen waren so befriedigend ausgefallen, daß alsbald Bergbahnen nach diesem Systeme ausgeführt wurden, z. B. die Achensee-

bahn in Tirol. Bei Riggenbach-Thommen's Locomotive ist das Princip der Adhäsionswirkung und jenes der Zahnradwirkung — soweit der Bewegungsmechanismus in Betracht kommt — innig verbunden, aber es tritt das eine System vollkommen außer Thätigkeit, wenn das andere zu functioniren beginnt, indem der Locomotivführer bei Einfahrt in die Zahnstrecke durch eine besondere Vorrichtung eine Verschiebung des Zahnrades bewirkt. In den steilen Strecken greift das Zahnrad der Locomotive in die Zahnstange ein und arbeitet sich in der bekannten Weise empor. Die ebenen oder schwach geneigten Stellen entbehren der Zahnstange und hier tritt das Zahnrad außer Function, indem die Locomotive die Arbeit einer gewöhnlichen Adhäsions-Locomotive leistet.

Von der 6·3 Kilometer langen Achenseebahn ist die Hälfte Zahnradbahn, die andere Adhäsionsbahn. Der Erbauer dieser Bahn ist derselbe, welcher der



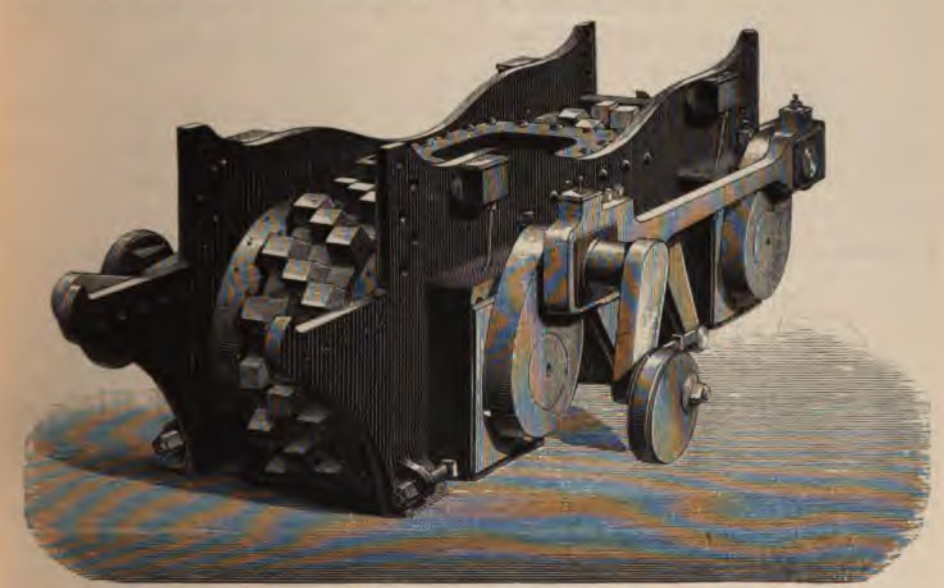
Zahnrad-Locomotive System Abt.

Berg-Locomotive den Zugang auf die Gaisbergspitze bei Salzburg eröffnet hat. Die Spurweite beträgt 1 Meter. Die Erdbewegung war eine ganz erhebliche; außerdem mußten auf lange Strecken Stütz- und Futtermauern aufgeführt werden. Trotzdem war die Linie im Großen und Ganzen in 6 Monaten, die noch obendrein in das Winterhalbjahr fielen, fertig.

Bald nachdem Riggenbach an der kleinen Zahnradbahn in den Steinbrüchen von Ostermundingen im Canton Bern zum erstenmale das gemischte System in Anwendung gebracht hatte, trat der Schweizer Roman Abt mit einem neuen Systeme hervor. Dasselbe wurde zuerst bei der Erbauung der Harzbahn verwirklicht. Die Elemente dieses Systems liegen nun allerdings in jenem, das die Vorläufer Abt's ersonnen hatten, doch ist bei Abt die Art und Weise der constructiven Durchführung durchaus originell.

Abt bedient sich nicht der sogenannten »Leiterzahnstange«, sondern legt mehrere gezahnte Lamellen nebeneinander, und zwar derart, daß deren Zähne gegen-

seitig versetzt sind. Demgemäß combinirt sich auch das Zahnrad der Locomotive aus ebenso vielen gleicherweise angeordneten Zahnkränzen mit gegeneinander verschobenen Theilungen. In dieser Anordnung liegt eine Reihe nennenswerther Vortheile: die Sicherheit des Betriebes wird wesentlich erhöht, der Gang der Maschine gewinnt an Ruhe und Gleichmäßigkeit. Ein neuartiger Gedanke liegt der Abt'schen Locomotive zu Grunde. Diese Locomotive hat neben den Dampfcylindern für die Adhäsionsräder zwei besondere Dampfcylinder für das Zahnrad. Die Locomotive offenbart also schon in ihrer äußeren Construction ihren Charakter: sie ist eine Adhäsions-Locomotive, bei welcher das Zahnrad als unentbehrliches Hilfsorgan für Bahnstrecken mit größeren Steigungen beigegeben wurde.



Zahnrad-Mechanismus System Abt.

Ursprünglich schwebte dem Erfinder eine dreitheilige Zahnstange mit einem Zahnrad vor. Am Harz wurde insoweit ein Fortschritt erzielt, als an Stelle des einen Zahnrades zwei Zahnräder hintereinander in Anwendung kamen. In seiner jetzigen Ausgestaltung zeigt das System eine zweitheilige Zahnschiene, sodann die Lagerung der Zahnräder in einem besonderen Rahmen, welcher an die Laufachsen mittelst Lagern aufgehängt ist. In Folge dieser Einrichtung sind die Zahnräder nicht den Schwankungen der Locomotive, welche durch die Federn verursacht werden, ausgesetzt, so daß der Gang des Zahnradapparates ein außergewöhnlich ruhiger und gleichmäßiger ist.

Da nach dem gemischten System die Adhäsionsstrecken mit Zahnschienen abwechseln, mußte auch eine besondere Einrichtung rücksichtlich des Ueberganges von der einen Strecke auf die andere getroffen werden. Dieselbe besteht darin, daß an

die feſte Zahnſtange an Charnieren bewegliche, auf ſtarken Federn ruhende Lamellen angefügt werden. Die Zähne dieſer Lamellen nehmen gegen das außen liegende Endſtück (die »Zunge«) an Höhe ab und ihre Oberfläche verläuft in einer etwas aufſteigenden Linie gegen die feſte Zahnſchiene hin. Das Principielle in dieſer Einrichtung beſteht in Folgendem: Wenn die Locomotive von der Adhäſionsſtrecke auf die Zahnradſtrecke übergeht und der Zahnradmechanismus zu functioniren beginnt, wird es im ungünſtigſten Falle geſchehen, daß die Zähne der Zahnräder auf jene der Lamellen ſtoßen. Da nun dieſe auf ſtarken Federn ruhen, geben ſie dem Drucke nach, bis der correcte Eingriff erfolgt, was in der Regel beim dritten, vierten, unbedingt aber beim vierzehnten Zahn erfolgt.

Von der Anwendung des Abt'ſchen Syſtems im Auslande iſt jene zur Ueberſchreitung des Bolanpaſſes an der ſüdlichen Grenze Afghaniſtans wohl die intereſſanteſte. Die Seite 44 abgebildete Locomotive verkehrt in dieſer Strecke. Auf der Venezuelabahn in Südamerika, welche den Hafenplatz Puerto Cabello mit dem Hochplateau Venezuelas verbindet, ſtehen reine Zahnradbahnen nach Syſtem Abt im Betriebe. Die nachfolgende Zuſammenſtellung giebt eine Ueberſicht über die bisher ausgeführten Abt'ſchen Bergbahnen.

Bezeichnung	Gebaut	Spurweite in Millimeter	Länge		Steigung		Minim. Radius	
			Zahnſtange	Total	Adhäſion	Zahnſtange	Adhäſion	Zahnſtange
			Kilometer		‰		Meter	
Harzbahn, Braunſchweig (A. u. Z.)	1884/85	1435	7 5	30·5	25	60	180	200
Leheſten, Thüringen (A. u. Z.)	1885	1435	1·3	2·7	35	80	150	150
Oertelsbruch, Thüringen (A. u. Z.)	1885	690	0·7	5	50	135	35	100
Puerto Cabello-Valenzia, Venezuela (Z.)	1886	1067	3·8	3·8	—	80	—	125
Bolan, Indien (A. u. Z.)	1887	1676	11·6	?	25	50	180	180
Visp-Zermatt, Schweiz (A. u. Z.)	1889,90	1000	7·5	35	28	125	80	100
Generoſo, Schweiz (Z.)	1889/90	890	9	9	—	220	—	60
Rama-Sarajevo, Bosnien (A. u. Z.)	1890	760	19·5	68	15	60	125	125
Eiſenerz-Vordernberg, Steiermark (A. u. Z.)	1890	1435	14·5	20	25	71	150	180
Manitou-Pike's Peak, Colorado, Nordamerika (Z.)	1890	1435	14·7	14·7	—	250	—	115
Tranſandino, Südamerika (A. u. Z.)	1890/92	1000	38	75	25	80	115	200
Diakophto-Kalavonta, Griechenland (A. u. Z.)	1890/91	750	3·6	23	35	145	30	50
Rothhorn, Schweiz (Z.)	1891	800	7·5	7·5	—	250	—	60
Glion-Naye, Schweiz (Z.)	1891	800	7·5	7·5	—	220	—	80
San Domingo, Centralamerika (A. u. Z.)	1891	765	6·4	36	40	90	50	100
Mont Salève, Savoyen, elektr. (Z.)	1891/92	1000	9	9	—	250	—	35
Uſui Toge, Japan (A. u. Z.)	1891/92	1067	8·5	?	25	67	—	260
Aix-les-Bains-Revard, Savoyen (Z.)	1891/92	1000	9·2	9·2	—	210	—	75
Salève-Piton, Savoyen (Z.)	1892	1000	7·5	7·5	—	320	—	80
Montſerrat, Spanien (Z.)	1891/92	1000	8	8	—	150	—	80

(Z. bedeutet nur Zahnrad, A. u. Z. Adhäſion und Zahnrad.)

Hiezu kommt noch die Brünigbahn, welche im Jahre 1889 vollendet wurde und Luzern mit Meiringen im Haslithale, beziehungsweiſe mit Brienz ver-

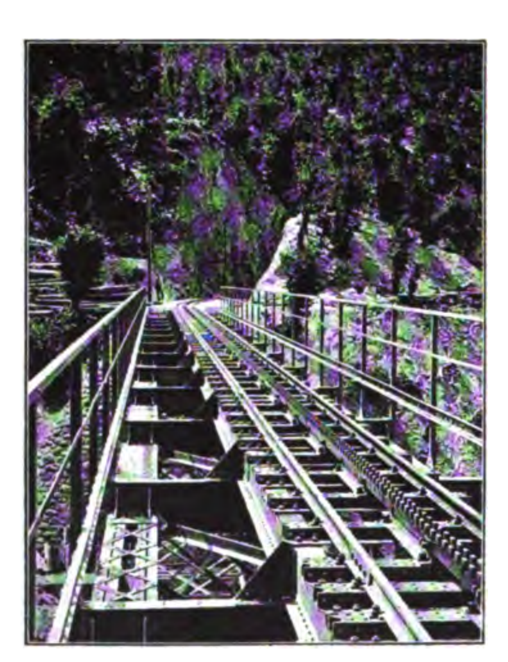
bindet und den 1037 Meter hohen Brünigpaß überschreitet. Die eigentliche Brünigbahn zwischen Giswyl und Meiringen wird nur vom 1. April bis 30. November befahren.

Die im Jahre 1892 fertiggestellte Erzbergbahn im steirischen Hochlande verbindet den uralten Hüttenort Erzberg mit Vordernberg und kam hier das gemischte System im vollen Umfange zur Ausführung. Ihre Länge beträgt 20 Kilometer, wovon 14·5 Kilometer auf die Zahnstangenstrecken, der Rest auf die Adhäsionsstrecken entfallen. Die größte Steigung in den Zahnstangenstrecken ist 71 pro Mille, in den Adhäsionsstrecken 25 pro Mille. Der höchste Punkt der Bahn liegt im Scheiteltunnel am Präbichl in 1204 Meter Seehöhe. In der Bahn liegen 5 Tunnels mit zusammen 2570 Meter Dunkelraum, wovon auf den Plattentunnel (den längsten der Bahn) 1302 Meter entfallen. Ganz hervorragend ist die Erzbergbahn durch ihre schönen, zum Theil großartigen Viaducte, welche in mitunter beträchtlicher Höhe über Abgründe und Schluchten hinwegsetzen und vielfach in Krümmungen liegen. Analogien zu diesen prächtigen Kunstbauten finden sich auf den Bahnen in den Ostalpen nur am Semmering und auf der Arlbergbahn. In Folge der ungünstigen Bodenverhältnisse mußten manche Pfeiler dieser Viaducte bis 17 Meter unter dem natürlichen Terrain fundirt werden.



Partie von der Erzbergbahn. (Sauerbrunngraben-Viaduct.)

Eine zweite Bahn mit Abt'ſchem Syſtem mit durchgehenden Verkehr iſt die den Iwanſattel überſchreitende Gebirgsſtrecke der Linie Sarajevo-Moſtar. Von der 87·5 Kilometer langen Geſammtlinie liegen 19·5 Kilometer in der Zahnſtangenſtrecke, 68 Kilometer in der Adhäſionsſtrecke. Die größte Steigung in der erſteren beträgt 60 pro Mille, in der letzteren 15 pro Mille. Der eigentliche Iwanaufſtieg beginnt bei der Station Podorožac. Die Linie entwickelt ſich zunächſt mittelſt einer Schleifenanlage durch das Seitenthal Pravosnica. In der Mitte und am oberen Ende dieſer Schleife liegt je ein Tunnel von 163, beziehungsweiſe 157 Meter Länge. Außerhalb der nächſten Station (Vrdjani) liegt die Bahn theils in tiefen Fels-



Partie an der Iwanbahn (Bosnien).



Zahnradbahn Syſtem Locher.

einſchnitten, theils läuft ſie auf hohen Steindämmen und mächtigen Steinſätzen. Außerdem liegen in ihr drei Tunnels. Vor dem 680 Meter langen Iwantunnel, in welchem die 876 Meter hohe Waſſerſcheide zwiſchen dem Adriatiſchen und Schwarzen Meere überſchritten wird, befindet ſich eine zweite Schleifenanlage. Bei der erſten Station jenſeits des Scheiteltunnels, Raſteljica, endet die Zahnſtangenſtrecke.

Die kühnſte unter allen beſtehenden Bergbahnen iſt unbeſtritten diejenige auf den Pilatus am Vierwaldſtätterſee. Sie iſt nebenher eine Specialität unter den Zahnradbahnen. Die Achſen der Zahnräder der Locomotive ſind nämlich vom

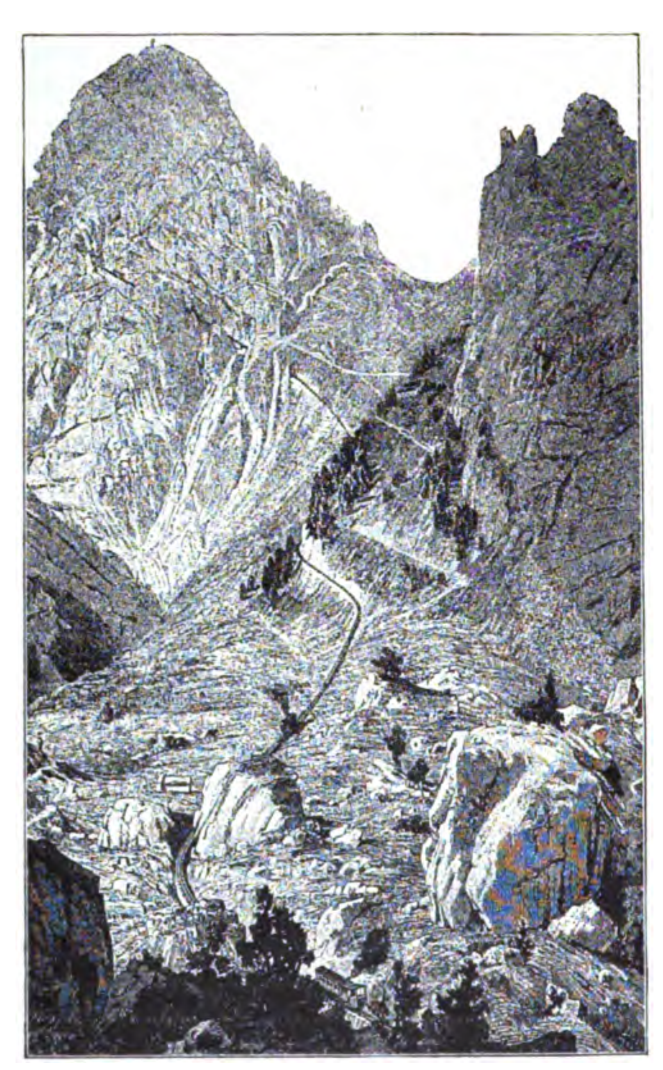
Constructeur derselben — Oberst Locher — nicht wie jene der Adhäsionsräder parallel, sondern senkrecht zur Bahnebene angeordnet, so daß die Zahnräder seitlich in die Zahnstange eingreifen und die Zähne dieser Stange an den beiden verticalen Seiten derselben sich befinden. In dieser Construction liegt der charakteristische Unterschied von Locher's System gegenüber dem System Riggenbach's, und zugleich die Gewähr eines zuverlässigen Betriebes auf so außerordentlich kühnen Steigungen, wie solche die Pilatusbahn aufweist.

Diese Bahn, welche am 17. August 1888 zum erstenmale befahren und Frühjahr 1889 dem allgemeinen Verkehr übergeben wurde, führt von Alpnach-Staad am Vierwaldstättersee auf die Höhe des Pilatus. Die Endstation »Pilatus-Kulm« liegt in 2090 Meter Seehöhe. Mit der größten Steigung von 480 pro Mille emporkletternd (also fast 1 : 1), überwindet diese Bahn, welche an Kühnheit der Anlage derzeit ihresgleichen nicht hat, bei einer Länge von 4618 Meter einen Höhenunterschied von 1629 Meter. Der Unterbau besteht aus einer durchlaufenden, mit Granitplatten und Rollschaaren abgedeckten Mauerung; der Oberbau ist aus Stahl und Eisen construirt und mittelst starker Schrauben im Mauerwerk verankert.

Bei der Anlage der Pilatusbahn waren unglaubliche Schwierigkeiten zu bewältigen. Schon die Tracirungsarbeiten stellten an die Ingenieure Aufgaben, denen selbst Gemsjäger und Wildheuer zur Noth gewachsen gewesen wären. An fast senkrechten Gewänden, mitunter vollends an unzugänglichen Abstürzen, mußten Vorrichtungen angebracht werden, um diese außergewöhnlich exponirten Stellen überhaupt betreten zu können. Noch waghalsiger gestaltete sich die Bauausführung. Da die Bahn nicht, wie in vielen ähnlichen Fällen, auf mehreren Punkten zugleich in Angriff genommen werden konnte, sondern sozusagen aus sich selbst sich entwickeln mußte, war es nicht möglich, die Arbeiten auf die ganze Linie zu vertheilen. Schrittweise wurde von der Ausgangsstation her dem Felsengerüste der erforderliche Raum abgerungen. An vielen Stellen boten sich dem Fuße des Arbeiters kaum fußbreite Streifen, meist fehlte aber auch dieser Halt und war der Angriff auf die Felsen nur dadurch zu bewirken, daß Bretter an Seilen befestigt wurden. Diese schwebenden Stege waren indes nicht unmittelbar zu erreichen, sondern es mußten die Arbeiter an Seilen hinabgelassen werden. Bewunderungswürdig war der Pflichteifer und der Muth der schlichten Arbeiter, welche sich Gefahren solcher Art aussetzten. Sie fanden aber in ihren Führern, dem Obersten Locher und dem Ingenieur Häußler thatkräftige und unerschrockene Vorbilder.

Neben den technischen Schwierigkeiten ergaben sich auch solche, welche die Natur an die Organisation der Arbeit und der Verpflegung stellte. Eine Anordnung, die des Morgens getroffen wurde, mußte in Folge Wetterwechsels oft schon vor der Mittagszeit abgeändert werden. Auch hierin konnte die Leitung nicht nach herkömmlichen Normen verfahren, sondern mußte von Fall zu Fall den gegebenen Verhältnissen sich accommodiren, wobei die bei den anderen Bergbahnen

gemachten Erfahrungen nicht ausreichten. Da die Bahn nur von einer Seite her — der unteren Ausgangsſtation — in Angriff genommen werden konnte, war es möglich, die jeweils fertiggeſtellte Theilſtrecke in Betrieb zu ſetzen, beziehungsweiſe ſie zum Materialtransport zu benützen. Im vollen Umfange war dies jedoch nicht thunlich, ſo daß es der vereinigten Kraft der Arbeiter und Tragthiere bedurfte, um alles Nothwendige vom jeweiligen Endpunkte der fertiggeſtellten Theilſtrecke bis zum Arbeitsort zu transportiren. Die Maulthiere, welche als Tragthiere verwendet wurden, bewährten ſich auf den unwirthlichen Höhen, halsbrecheriſchen Steigen und bei ſchwerem Wetter ganz vortrefflich; ſie wären ſelbſt durch die ausdauerndſten Gebirgspferde nicht zu erſetzen geweſen.

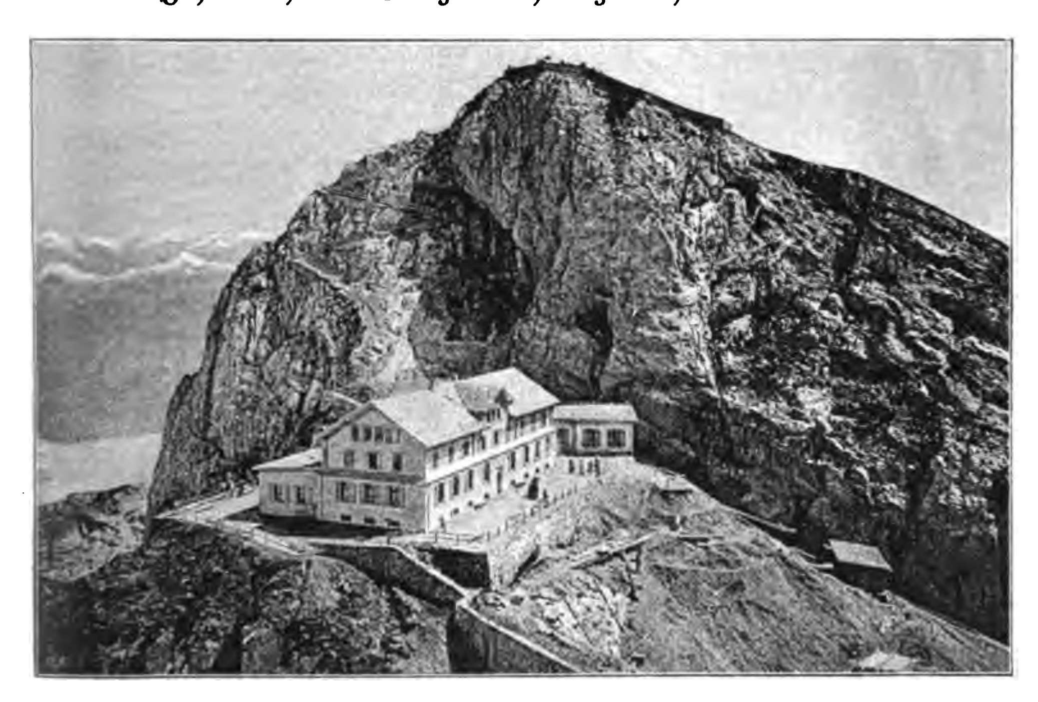


Anſicht der Pilatusbahn von der Mattalp aus.

Wegen der ungünſtigen örtlichen Verhältniſſe mußten die Arbeiten ſchon früh im Herbſte eingeſtellt werden. Nur in den Tunnels wurde weiter gearbeitet. In einer Höhe von 2000 Meter, auf einem unwirthlichen Felsberge, der ſeiner exponirten Lage halber allen Wetterunbilden ausgeſetzt iſt, bedurfte es der geſchulteſten und ausdauerndſten Arbeiter, um der Aufgabe Herr zu werden. Aber nicht dieſer Umſtand allein machte das Unternehmen während der Wintermonate bedenklich. Für den Fall andauernder Niederſchläge lag die Eventualität nahe, daß den exponirten Arbeitern nicht beizukommen ſein würde. Es mußte daher nicht nur für

entsprechende Unterkunft, sondern auch für reichliche Verpflegung, Ausrüstung mit Medicamenten und Anlage einer »eisernen Ration« von Verpflegsartikeln Sorge getragen werden. Auch in dieser Richtung hat die Unternehmung gethan, was in ihren Kräften stand.

Von anderen Zahnradbahnen (durchwegs nach Riggenbach's System) seien genannt: die Zahnradbahn von Königswinter auf die Höhe des Drachenfels, jene von Rüdesheim, beziehungsweise von Aßmanshausen auf den Niederwald, und die Zahnradbahn von Stuttgart nach Degerloch.



Endstation der Pilatusbahn.

Eine geringere Anwendung haben die Seilbahnen gefunden und sie beschränkt sich auch derzeit meist nur auf industrielle Anlagen. Als solche ganz zweckmäßige Fördereinrichtungen werden wir sie in einem der letzten Abschnitte dieses Werkes eingehend behandeln. Die bekanntesten Seilbahnen sind: die seit 1869 im Betriebe stehende Ofener Drahtseilbahn; die Bahn Territet-Montreux-Glion, welche in jüngster Zeit durch eine 7·5 Kilometer lange Zahnradbahn nach dem aussichtsreichen Gipfel Naye verlängert worden ist; die Monte Salvatorebahn; die Gießbachbahn; die Vesuvbahn u. a. m. Die Gießbachbahn ist 346 Meter lang und steigt mit 28% an, während die 800 Meter lange Vesuvbahn sich im Verhältniß von 1 : 2 emporhebt, indem die zu überwindende Höhendifferenz 380 Meter beträgt. Ihr Endpunkt liegt in 1180 Meter Seehöhe, 70 Meter unter dem Gipfel.

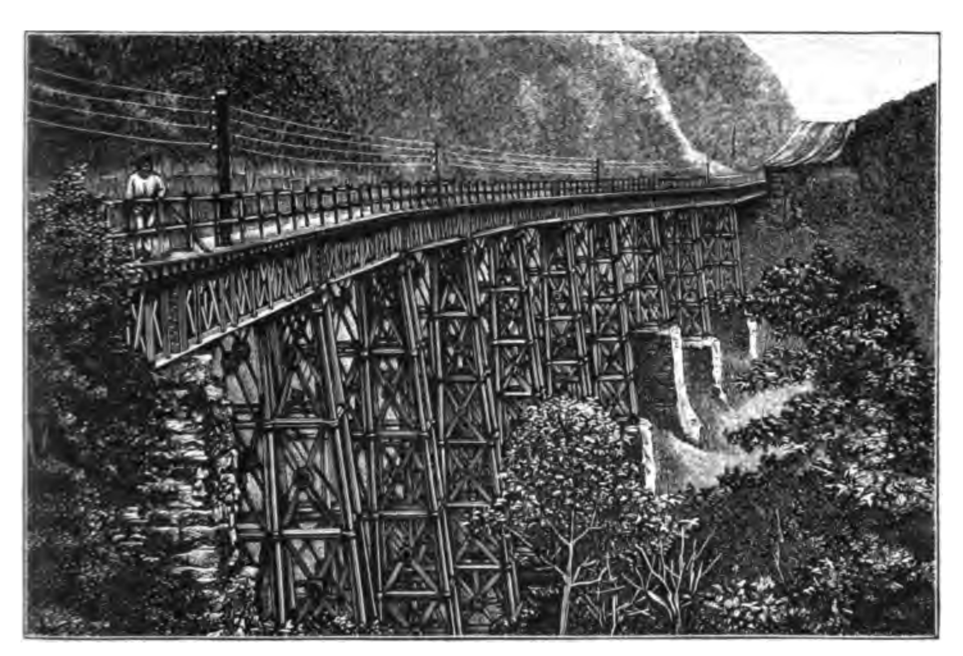
Die merkwürdigste, vermöge ihrer Ausdehnung hervorragendste Seilbahn ist die **Santosbahn** in Südbrasilien, an der das Seilprincip in der ungewöhnlichen Länge von 8365 Meter Anwendung gefunden hat. Sie verbindet Santos mit der Binnenstadt San Paolo und zerfällt in vier Rampen zu 1948, 1080, 2697 und 2640 Meter Länge. Das mittlere Gefälle beträgt auf den Meter 0·1 Meter. Jede Rampe wird mit zwei gekuppelten Dampfmaschinen von je 150 Pferdekraft betrieben. Sie stehen auf den höchsten Stellen der Rampen und drehen eine Trommel, um welche das Kabel gewunden ist und mit seinen Enden gleichzeitig einen Zug emporzieht und einen niedergleiten läßt. Da die Anlage eingeleisig ist, liegen an verschiedenen Stellen sinnreich erdachte Weichensysteme in der Bahn. Hat der aufsteigende Zug die Höhe der Rampe erreicht, so wird das Kabel auf zwei besondere Rollen seitwärts gebogen und in das Maschinenhaus dieser Strecke geleitet. Hier wird es um eine Rolle von 3 Meter



Die Drahtseilbahn auf den San Salvatore bei Lugano.

Durchmesser mit 3 Hohlkehlen geschlungen. Die Bahn dient ebenso dem Personen- als dem Güterverkehr. Die Leistung in letzterem beträgt 100.000 Tonnen jährlich.

Eine ganz eigenartige eisenbahntechnische Anlage bildet die am 14. August 1891 dem Verkehr übergebene Linie Lauterbrunnen-Grütsch-Mürren. Sie ist combinirt aus einer kurzen Drahtseilbahn (Lauterbrunnen-Grütsch) und einer längeren Schmalspurbahn mit elektrischem Betrieb. Mit der ersten Theilstrecke wurde die Absicht erreicht, auf möglichst kurzem Wege eine bedeutende Höhe zu gewinnen, um alsdann von dieser Stelle aus am Gehänge des Gebirges mit einer Adhäsions-



Seilbahn von Santos nach San Paolo (Brasilien).

bahn, auf welcher allerdings Steigungen bis $5^0/_0$ vorkommen, das Ziel (Mürren) zu erreichen. Die Drahtseilbahn beginnt am nördlichen Ende von Lauterbrunnen, gegenüber der Station der Berner Oberlandbahnen, und führt in gerader Linie hinauf in die Grütschalpe. Die Höhendifferenz beider Stationen beträgt 674 Meter. Die Station Grütsch ist zugleich Ausgangspunkt der elektrischen Bahn und demnach als Umsteigestation eingerichtet. Die Länge der Drahtseilstrecke beträgt 1392 Meter. In Anbetracht der sehr ungünstigen Bodenverhältnisse mußten sämmtliche Einschnitte ausgemauert werden. Ungefähr der vierte Theil der ganzen Drahtseilstrecke läuft auf Viaducten. Die größte Höhe derselben (mit der Fundirung) beträgt 17 Meter und macht der 210 Meter lange Hauptviaduct, vom Saumpfade aus gesehen, einen bedeutenden Eindruck.

Der Oberbau ist zweigeleisig, besteht aber nur aus drei Laufschienen und zwei Riggenbach'schen Leiterzahnstangen. Um mehr Platz für die Trag- und Leitrollen zu gewinnen, befindet sich die Zahnstange nicht in der Mitte des Geleises, sondern ist mehr einwärts verschoben. In der Mitte der Strecke befindet sich eine Ausweichstelle.

Eine eigenartige Einrichtung dieser Bahn ist die folgende. Etwa 40 Meter vor der Station Grütsch beginnt das Geleise sich zu erweitern, d. h. die beiden Geleise trennen sich und man findet hier nur eine Laufschiene. Die Erweiterung erleichtert die Abwicklung des Seiles von der großen Seilrolle und es sind bei dieser Anordnung die üblichen Seitenrollen völlig überflüssig. Die große Seilrolle hat einen Durchmesser von 3·6 Meter. Die Wagen sind mit zwei getrennten Bremssystemen versehen, einer Hand- und einer automatischen Bremse, deren jede sowohl auf die vordere als auf die hintere Achse wirkt, und zwar auf besondere Bremsräder. Die automatische Bremse wird wirksam, wenn entweder das Seil reißen sollte oder die vorgeschriebene Geschwindigkeit überschritten wird. Im Nothfalle kann der Conducteur durch einen Tritt auf einen Hebelarm die automatische Bremse in Thätigkeit setzen und den Wagen sofort zum Stillstehen bringen.

Der zweite Theil der Mürrenbahn — die elektrische Schmalspurbahn — beginnt bei der Endstation Grütsch der Drahtseilstrecke in 1490 Meter Seehöhe. Sie verläuft am Gehänge des Gebirges und schmiegt sich nach Möglichkeit den Terrainunebenheiten an, wobei mehrere Bäche, darunter der Staubbach, der weiter unten den weltberühmten Lauterbrunnenfall bildet, überschritten werden. Bemerkenswerth ist, daß derselbe Bach die Turbinenanlage, durch welche die Dynamomaschine des elektrischen Betriebes in Bewegung gesetzt wird, speist. Der Bahnhof der Endstation Mürren der 4300 Meter langen Strecke liegt in 1631 Meter Seehöhe, so daß auf ihr eine Höhendifferenz von 151 Meter überwunden wird, was stellenweise durch Steigungen bis 5% erreicht wird. Eine Zwischenstation ist nicht vorhanden, doch findet sich halbwegs eine Weichenanlage.

Mit der vorstehend gegebenen Uebersicht sind die Bergbahnen keineswegs erschöpft. Es vergeht kein Jahr, daß nicht neue Projecte auftauchen und verwirklicht werden. Im Entstehen begriffen sind: die Bahn auf die Scheinigenplatte bei Interlaken und auf das Stanserhorn. Auch das berühmte Kleine Scheideck zwischen Lauterbrunnen und Grindelwald hat seine Bergbahn erhalten. Eine Zahnradbahn auf die Schmittenhöhe bei Zell am See im salzburgischen Pinzgau, eine elektrische Bahn von Lend im Salzachthale nach Wildbad-Gastein, und andere ähnliche Projecte harren noch der Verwirklichung. Die größten Triumphe aber sind noch auszuspielen: Die Bergbahnen nach den Gipfeln der Jungfrau und des Matterhorns, zu denen sich auch noch das Project einer Glocknerbahn von Norden her (durch die Pfandelscharte und längs der Pasterze bis in die Nähe des Glocknerhauses) gesellt. Auch auf die gewaltige Pyramide des Eiger hat man ein Auge geworfen. Diese Bauwuth der Schweizer überrascht umsomehr, als die Bergbahnen erwiesenermaßen nur geringen Ertrag abwerfen.

Wir haben im Vorstehenden die mancherlei Systeme der Eisenbahnen rücksichtlich der an ihnen zum Ausdrucke kommenden technischen Maximen besprochen. Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, daß trotz des Nutzens, der den einzelnen fallweise zur Anwendung kommenden Constructionsweisen innewohnt, die Adhäsionsbahn diejenige ist, die allein die typische Form der Dampflocomotion repräsentirt, indem an ihr Zugkräfte zur Geltung kommen, welche große Massen bewegen und in denen das Mittel zu einer universellen Gestaltung der Verkehre gegeben ist.



Die Mürrenbahn.

Indes zeigt auch die Adhäsionsbahn nach Maßgabe der jeweils zu lösenden Aufgaben und nach dem Grade der ihr zukommenden Leistungsfähigkeit mehrerer Abstufungen, welche zu einer weiteren Classification der Eisenbahnen führen. Dieselben lassen sich nämlich in zwei Kategorien trennen, deren jede den ihr erwachsenden Aufgaben gerecht wird, und zwar in Voll- oder Hauptbahnen und Neben- oder Secundärbahnen (Localbahnen). Zu den ersteren zählen vor Allem jene Linien, welche hauptsächlich auf längeren Strecken dem durchgehenden Verkehre zu dienen haben, sich sonach als die eigentlichen Vermittler des Weltverkehrs darstellen. In zweiter Linie kommen diejenigen Bahnen in Betracht, welche sich zwar nicht unmittelbar in das System der vorstehend charakterisirten Hauptschlagadern

großer Verkehrsgebiete einfügen lassen, indes gleichwohl auf Grund ihrer hervorragenden örtlichen Bedeutung, ihrer technischen Anlage und der Art der Betriebsführung als Sammellinien ganzer Complexe und als Verbindungswege von großer Länge zwischen hervorragenden Verkehrsmittelpunkten den Rang als Vollbahnen für sich beanspruchen. Wo die Grenze zwischen ihnen und den der zweiten Kategorie zufallenden minderwerthigen Bahnen zu ziehen ist, wird von den jeweiligen Umständen abhängen. Es werden sich Uebergangsformen ergeben, vornehmlich dann, wenn bei Anlage einer Bahn ein größerer bau- und betriebstechnischer Aufwand



Personenwagen für Secundärbahnen mit Normalspur. (Mit Heberlein-Bremse.)
(Nach einer vom Constructeur — »Düsseldorfer Eisenbahnbedarf« — zur Verfügung gestellten Photographie.)

zu einem Mißverhältnisse gegenüber den zu lösenden Aufgaben geführt hat, der dann zu einer einfacheren Betriebsführung, die dem Wesen der Vollbahn incongruent ist, zwingt. Anderseits können Nebenbahnen, die unter sehr bescheidenen Voraussetzungen ins Leben gerufen worden sind, im Laufe der Zeit an Bedeutung gewinnen und sich allmählich zu Vollbahnen entwickeln.

Damit ist die Stellung der zweiten Kategorie — der Nebenbahn — innerhalb ausgedehnter Complexe gekennzeichnet. Dem Principe nach sind Nebenbahnen solche Anlagen, deren Verkehre sich in bescheidenen Grenzen bewegen, und deren Zweck vornehmlich der ist, abgelegene oder gänzlich isolirte Gebiete an die großen Verkehrslinien anzugliedern, sofern die wirthschaftlichen Vorbedingungen hierzu überhaupt gegeben sind. Auch hierbei ergeben sich mancherlei Abstufungen, welche

den Werthmesser für derlei Anlagen bilden. Vielfach wird es sich einfach nur um kurze Ausästungen der betreffenden Vollbahn handeln, also um Zweigbahnen, deren weiterer Entwickelung durch örtliche Hindernisse (z. B. Gebirge) sehr enge Grenzen gesteckt sein können (Sackbahnen). Andere Anlagen wieder werden, theils durch ihre längere Erstreckung oder durch den Nutzen, den sie in dicht bevölkerten Gegenden mit bemerkenswerther landwirthschaftlicher oder gewerblicher Thätigkeit stiften, im Range steigen, zumal dann, wenn sie zugleich zu verbindenden Gliedern zwischen räumlich von einander getrennten Hauptbahnen sich entwickeln.



Personenwagen der Schmalspurbahn Valadolid-Medina (Spanien).
(Nach einer vom Constructeur — »Nürnberger Maschinenbau-Gesellschaft« — zur Verfügung gestellten Photographie.)

Zuweilen gestaltet sich aber das Verhältniß der Nebenbahnen derart, daß die vorstehend gekennzeichnete Unterordnung nicht zutrifft, weil das Vergleichs-object überhaupt fehlt. Es giebt große Complexe von Eisenbahnen, welchen bezüglich der Anlage und der Betriebsführung dem Typus der Nebenbahnen einrangirt werden müssen, die aber in Folge ihrer völligen Isolirung ihr eigenes inneres Leben haben, da sie unabhängig von anderen Complexen höherer Ordnung die ihnen zufallenden Aufgaben voll und ganz erfüllen. Ihre Rolle ist diesfalls ganz dieselbe, welche den Vollbahnen unter wesentlich anderen Voraussetzungen zukommt. Nebenbahnen dieser Art findet man fast immer in abgeschlossenen Staaten mit dünn gesäeter Bevölkerung, z. B. in Schweden, Norwegen und Rußland, und in ausgedehnten, wirthschaftlich erst zu erschließenden Gebieten, wie z. B. in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Mit der vorſtehend gekennzeichneten Unterſcheidung der Eiſenbahnen in Haupt- und Nebenbahnen hängt ein anderes unterſcheidendes Merkmal zuſammen, das von großer principieller Wichtigkeit iſt. Es iſt dies die Spurweite der Schienenwege. Bekanntlich iſt dieſelbe nicht etwa das Reſultat von techniſchen Erwägungen, ſondern ganz zufällig entſtanden, indem man die erſten Spurbahnen in Nordengland der dort üblichen Spurweite der Straßen-Kohlentransportwagen anpaßte. Man iſt aber dabei nicht ſtehen geblieben und es entſprach völlig dem experimentellen Charakter des Eiſenbahnweſens in ſeinem Jugendſtadium, daß von dem erſten, ganz willkürlich entſtandenen Spurmaße vielfach abgewichen wurde. Zunächſt entſchied man ſich zu Gunſten der breiteren Spur, um hinterher wieder in das entgegengeſetzte Extrem zu verfallen. Die äußerſten Grenzen dieſes techniſchen Eiertanzes bezeichnen zwei engliſche Eiſenbahnen, die von dem berühmten Brünell erbaute Great Western-Bahn mit einer Spurweite von 2·3 Meter und die Feſtiniogbahn, deren Spurmaß nur 0·6 Meter beträgt. Die größere Spurweite fand außer in England auch auf dem Continent — in Rußland, Spanien, Holland, Baden — und in Amerika Anwendung.

Hier, wo man auf dem Gebiete des Eiſenbahnweſens ſich weniger als irgend ſonſtwo in der Welt an Vorbilder gebunden erachtete, kam mit der Zeit rückſichtlich des Spurmaßes ein wahres Chaos zum Durchbruche. Man begreift am Ende, daß die Wahl einer Spur von 1·8 Meter, beziehungsweiſe von 0·9 Meter, ſtatt der ſogenannten »Normalſpur«, eine gewiſſe Berechtigung haben kann. Dagegen haben geringfügige Abweichungen keine Berechtigung und es liegt auf der Hand, daß die Vielzahl der Schienenweiten insbeſondere dann, wenn mehrere Linien, oder ganze Complexe in unmittelbaren Verkehrsbeziehungen miteinander ſtehen, dieſelben ungemein complicirt und dadurch die allgemeinen Intereſſen im hohen Grade ſchädigt. Wir begegnen in den Vereinigten Staaten von Amerika Bahnen von 1·830 Meter, 1·678, 1·525, 1·474, 1·435 (Normalſpur), 1·068 und 0·913 Meter Spurweite.

Die ſich hieraus ergebenden Uebelſtände hatten zur Folge, daß zu allerlei Conſtructionen und Hilfsmitteln gegriffen werden mußte, um den Uebergang der Fahrbetriebsmittel von der einen Spur auf die andere zu ermöglichen. War die Abweichung gering, ſo begnügte man ſich damit, den Spurkränzen der Räder eine breitere Laufflache zu geben. In anderen Fällen ſchob man die Geſtänge entweder um einige Millimeter näher zueinander (bei der breiteren Spur), oder man vergrößerte die Entfernung um dasſelbe Maß (bei der ſchmäleren Spur). Bahnen mit der größten Spurweite (1·830 Meter) ſahen ſich veranlaßt, eine dritte Schiene einzuſtellen, welche der normalen Spur entſprach, um ſchließlich ganz zu dieſer Spur überzugehen.

Die Denver- und Rio Grande-Eiſenbahn iſt gegenwärtig in den Vereinigten Staaten diejenige Linie, auf welche man am häufigſten hinweiſt, wenn vom Werthe ſchmalſpuriger Bahnen geſprochen wird. Sie hat 0·915 Meter Spur-

weite und leistet in Bezug auf Größe der Steigungen und Kleinheit des Curvenradius das größtmögliche. Das beigegebene Vollbild vermittelt eine ausreichende Vorstellung von der Kühnheit der Anlage dieser Bahn.

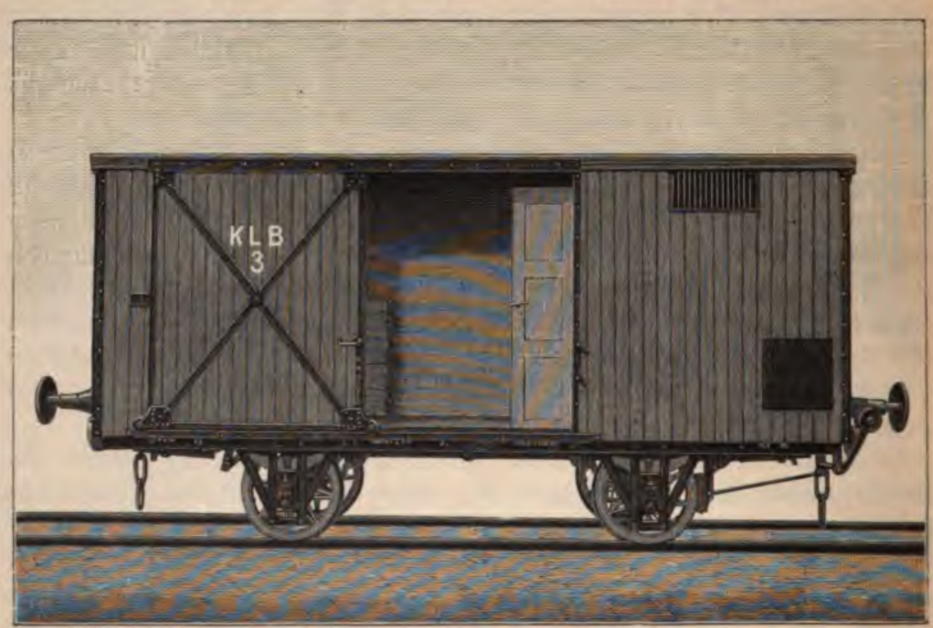
Die Schmalspurbahnen sind auch in Canada sehr verbreitet, ja dieses Land ist gewissermaßen die Wiege der Schmalspur auf dem amerikanischen Continente, da die erste Anlage dieser Art mit der im Jahre 1869 erfolgten Eröffnung der ersten Theilstrecke der Toronto- und Nissipingbahn zusammenfällt. Im Uebrigen hat man das Mißliche verschiedener Spurmaße bald begriffen und ist vielfach zur Reconstruction des Oberbaues geschritten, was bei der Umwandlung einer breitspurigen Bahn in eine normalspurige relativ wenig Mühe verursacht. Umständlicher ist selbstverständlich die Abänderung des Rollmaterials. Bekannt ist, daß bei der Grand-Trunk-Eisenbahn in Canada ohne irgend ein Uebergangsstadium die Reduction der Geleisweite an einem Tage vorgenommen wurde.

Bei den großen Spurabweichungen erwies sich das amerikanische Genie in Ersinnung technischer Hilfsmittel als außerordentlich fruchtbar. Man traf entweder die Einrichtung, lange Wagen von ihren Drehgestellen abzuheben und sie auf Plateauwagen der Bahn mit breiterer (beziehungsweise engerer) Spur zu übertragen; oder man schuf complicirte Geleisanlagen, um die Fahrbetriebsmittel zweier Bahnen mit verschiedenen Spurmaßen eng aneinander zu bringen, durch Hebevorrichtungen oder Geleissenkungen die Drehgestelle der Wagen auszuwechseln, wodurch es möglich wurde, einen beladenen Wagen binnen wenigen Minuten von der einen Spurweite auf die andere zu übertragen.

In Europa hat die Frage, ob für die Nebenbahnen die Normalspur oder die Schmalspur die zweckmäßigere sei, ganze Bibliotheken von Fachschriften geliefert, unter welchen diejenigen des genialen M. M. Freiherrn von Weber sich durch Klarheit der Gesichtspunkte und Schlagfertigkeit der Motivirung besonders auszeichnen. Nach seiner Anschauung, welche glücklicherweise die herrschende geworden ist und vielfach auch die Gegner derselben zur Umkehr veranlaßt hat, läßt sich die Frage, ob für Nebenbahnen die gewöhnliche oder eine engere Spur zu wählen sei, im Allgemeinen überhaupt nicht entscheiden, da je nach Umständen und auf Grund bestimmter örtlicher Voraussetzungen bald das eine, bald das andere System am Platze sein wird.

Die Verfechter der Schmalspur machen zunächst geltend, daß die Abminderung aller Dimensionirungen sowohl an der Bahn selbst, als an den Fahrbetriebsmitteln und den Gebäuden, sowie der Wegfall der Streckenbewachung durch eine Postenkette von Wächtern, des Bahnabschlusses, der Sperrung der Niveauübergänge u. s. w. die Kosten bedeutend herabmindere. Wenn es nun auch zutrifft, daß bei der Schmalspur der Bahnkörper den Bodenverhältnissen sich inniger anschmiegen kann, Curven von dem kleinsten zulässigen Halbmesser und größere Steigungen die Tracenführung erleichtern, indem sie kostspieligen Kunstbauten aus dem Wege geht, so hat sich dennoch — wie wir später sehen werden — in der Praxis des Baues

und Betriebes der Schmalspurbahnen ergeben, daß das Maß der Ersparniß an Baukosten der Spurabminderung nicht adäquat ist. Es ist ferner bekannt, »daß die Abnahme der Dimensionen der Kästen der Güterwagen, die Fähigkeit, die Ladung in denselben zu disponiren, die ökonomische Ausnützbarkeit derselben sich vermindert, so daß gewisse Transportgegenstände von usuellen Maßverhältnissen, vor allem aber der Viehverkehr, gewisse Dimensionen der Güterwagen kategorisch verlangen, die deren Abminderung nach Verhältniß der Spurweite verbieten. So ist es gekommen, daß die Dimensionen der Fuhrwerke auf allen ausgeführten Schmalspurbahnen bedeutend größer geworden sind, als der Reduction der Spur angemessen



Gedeckter Güterwagen der Schmalspurbahn Kriens-Luzern.
(Nach einer vom Constructeur — »Nürnberger Maschinenbau-Gesellschaft« — zur Verfügung gestellten Photographie.)

gewesen wäre. Daraus wieder folgert consequent, daß an Tunnels, Durchfahrten, Ueberbrückungen, Hochbauten 2c. bei Anwendung der Schmalspurbahn nur ein mäßiger Procentsatz von der Ersparniß erzielt werden kann, welche die Reduction der Spurweite erwarten lassen könnte.« (Weber.)

Dazu kommt noch eine Menge von Factoren, welche wir hier nur ganz kurz andeuten können. So leistet z. B. ein Fuhrwerk der Schmalspurbahn weit weniger als dasjenige einer Normalspurbahn, so daß bei sonst gleicher Transportleistung im ersteren Falle der Fahrpark ein größerer sein muß. Oekonomisch aber ist nur derjenige Transport, welcher mit möglichst wenigen Wagen mit möglichst großer Tragfähigkeit bewältigt wird. Die geringen Raumverhältnisse der Personenwagen setzen deren Ausnützung gewisse Grenzen, welche gleichfalls unökonomisch ist. Aehnlich

verhält es sich mit den Locomotiven, welche der Natur der Sache nach erheblich schwächer dimensionirt werden müssen, und demgemäß eine geringere Zugkraft äußern. Will man also dieselbe Last, welche auf der Normalspurbahn eine Locomotive bewältigt, auf der Schmalspurbahn befördern, so bedarf es hierzu zweier Maschinen, die mehr kosten als eine große Maschine.

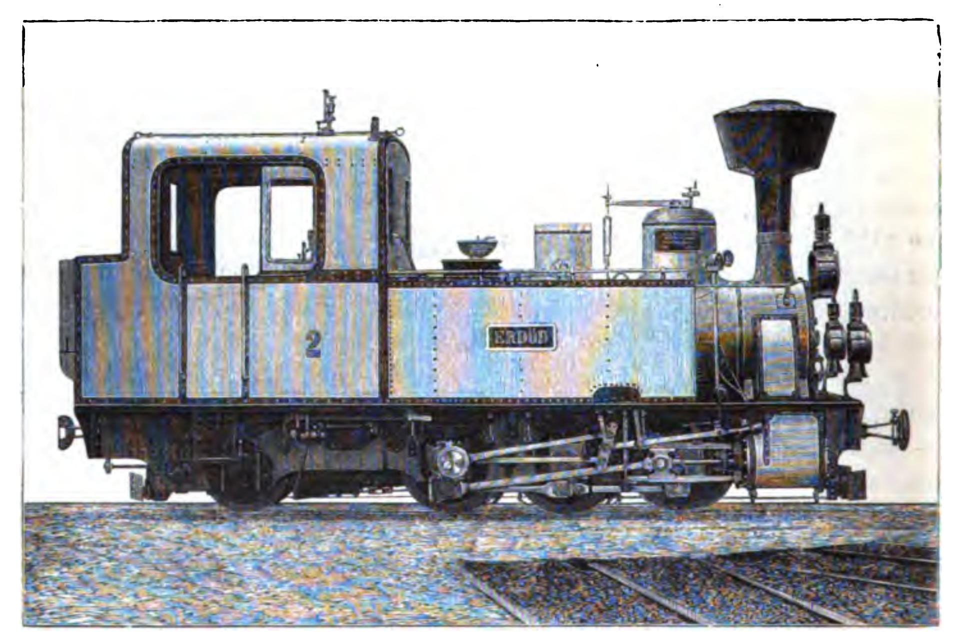
Wenn die Frage der Rentabilität einer Schmalspurbahn aufgeworfen wird, kommt es, wie bereits weiter oben hervorgehoben worden ist, sehr darauf an, welchen Zwecken sie zu dienen hat. Zunächst ist im Auge zu behalten, ob eine solche Bahn den Güterverkehr, oder ausschließlich den Personenverkehr, oder ob sie beiden zu dienen hat. Das System wird sich — unter andern noch zu besprechenden Vorbehalten — im ersteren Falle günstiger, als in den beiden anderen Fällen erweisen und am wenigsten empfehlenswerth sein, wenn der Schwerpunkt in der Rentabilität ausschließlich im Personenverkehre gesucht werden muß. Der zusammengesetzte Verkehr motivirt sich höchstens da, wo die bewegten Massen relativ gering sind, der Personenverkehr ohne Bedeutung ist und ein wenig verwöhntes Publicum in Frage kommt. Bei einer Steigerung dieser Factoren wird die Schmalspur sich nicht bewähren, wogegen sie ganz am Platze ist, wenn es sich lediglich um den Güterdienst handelt, und zwar in Form des Transportes von Materialien von zweckentsprechender Ladefähigkeit — z. B. Erzen, Steinen, Kleinholz u. s. w. — und bei geringem Aufwand von Betriebsmanipulationen.

Die Anhänger des Schmalspursystems machen — von den eingangs erwähnten, mit der Abminderung der Dimensionirungen zusammenhängenden Vortheilen abgesehen — geltend, daß die Maximalbelastung der Fuhrwerke bei Normalspurbahnen nicht congruent mit deren Leistungsfähigkeit sei, sofern jene auf die Hauptbahnen übergehen, wo sie den hierselbst festgesetzten Normen unterliegen. Das ist allerdings zutreffend, da die Wagen der normalspurigen Bahnen in Berücksichtigung der sehr abgeminderten Fahrgeschwindigkeit eine größere Belastung zulassen würden. Dagegen wird der im Sinne der Betriebsökonomie viel schwerer wiegende Umstand übersehen, daß die Fuhrwerke der Schmalspurbahnen, welche der Natur der Sache nach auf die normalspurige Hauptbahn nicht übergehen können, durch längere Zeit im Zustande der Ruhe sich befinden, bis sie ent-, beziehungsweise beladen werden. Ueber die Erschwernisse, welche diese Umlade-Manipulationen im Gefolge haben, und welche den Betrieb sehr vertheuern, brauchen wir uns wohl nicht näher einzulassen.

Einer der ausschlaggebendsten Factoren zu Gunsten der Normalspur ist der, daß deren Fahrbetriebsmittel sich in nichts von denen der Hauptbahn unterscheiden, daher bei gesteigertem Verkehr eine Entlehnung von Fuhrwerken ohneweiters platzgreifen kann, und weiter, daß der Fahrpark eine Dotirung mit dem von der Hauptbahn ausrangirten Materiale gestattet. Steht die Nebenbahn — was meistens der Fall ist — im Betriebe der Hauptbahn, so kann hier eine Ausnützung des Rollmaterials bis zur äußersten Grenze platzgreifen. Die Schmalspurbahn leidet

dagegen unter dem empfindlichen Nachtheil, daß sie bei plötzlichem Eintritt größerer Verkehrsbewegungen ihren Fahrpark nicht ohneweiters vermehren kann, das Rollmaterial daher schon von Haus aus der zu erwartenden maximalen Transportleistung gemäß dotirt sein muß, was jedenfalls unökonomisch ist, da unter normalen Verhältnissen die über den durchschnittlichen Bedarf vorhandenen Fuhrwerke unbenützt bleiben.

Die Neubeschaffung aller Wagentypen, wie sie bei der Schmalspur erforderlich wird, bildet an sich einen so schwerwiegenden Kostenpunkt, daß die mehrfach hervorgehobenen anderen Vortheile völlig paralysirt werden. Principiell wird man



Tender-Locomotive für Schmalspurbahn. (Spurweite: 0·760 Meter. Dienstgewicht 20 Tons.)
(Nach einer vom Constructeur — »Locomotivfabrik vorm. G. Sigl« — zur Verfügung gestellten Photographie.)

also sich nur dann für das Schmalspursystem entscheiden, wenn es sich darum handelt, isolirten Gegenden, welche den Hauptadern des Verkehrs ziemlich entlegen sind, die Wohlthat eines leistungsfähigen Transportmittels angedeihen zu lassen. Die mehrfach hervorgehobenen Uebelstände werden alsdann in dem Maße abnehmen, je weniger die betreffenden Schmalspurbahnen mit den Hauptbahnen in Berührung kommen und je länger die Linien sind, auf welchen sich der Verkehr der ersteren bewegt, da die Kosten der Umlademanipulationen in einem umgekehrten Verhältniß zu den kilometrischen Kosten stehen, d. h. mit anderen Worten: bei einer kurzen Schmalspurbahn fällt der Arbeitsaufwand bei der Umladung sehr schwer in die Wagschale, so daß die Kosten sich mit denen des Transportes auf der Schiene fast

gleich hoch stellen, wogegen bei langen und sehr langen Schmalspurbahnen die Auslagen für die Umladung sich zu einem entsprechenden Bruchtheile abmindern.

Damit sind die Factoren, welche mit der zu Zeiten so leidenschaftlich discutirten Frage »Normalspur oder Schmalspur« zusammenhängen, in Kürze skizzirt. Näher können wir uns in diesen Gegenstand, der eine Fülle lehrreicher Controversen hervorgerufen hat, leider nicht einlassen.

Von den Spurmaßen ganz abgesehen, lassen sich in den Begriff »Nebenbahnen« noch mancherlei technische Formen einfügen, bei denen wesentlich andere Gesichtspunkte in Betracht kommen, als wir sie vorstehend erläutert haben. Zu



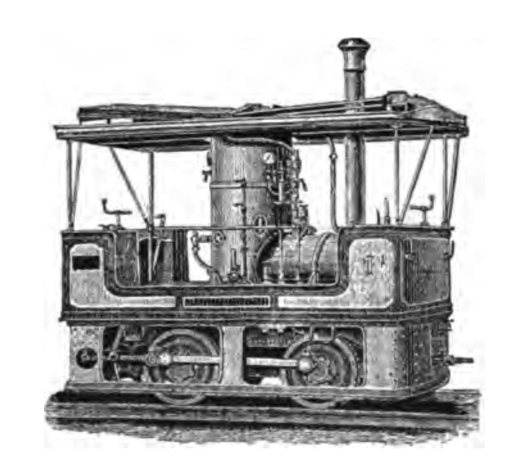
Berliner Stadtbahn.

diesen technischen Formen zählen, soweit es sich um den Betrieb mit Adhäsionsmaschinen handelt, zunächst die Industriebahnen, welche ausschließlich dem Transporte von Rohproducten oder gewerblichen Erzeugnissen dienen; alsdann — deren Gegensatz — die Dampftrambahnen, welche dem Personenverkehr im Bereiche der großen Städte dienen, und welche als »Straßenbahnen«, d. h. wenn sie mit Benützung eines bestehenden Landstraßenkörpers ausgeführt sind und demgemäß von den Städten aus sich auf relativ größere Entfernungen erstrecken, den Uebergang zu den eigentlichen Nebenbahnen bilden.

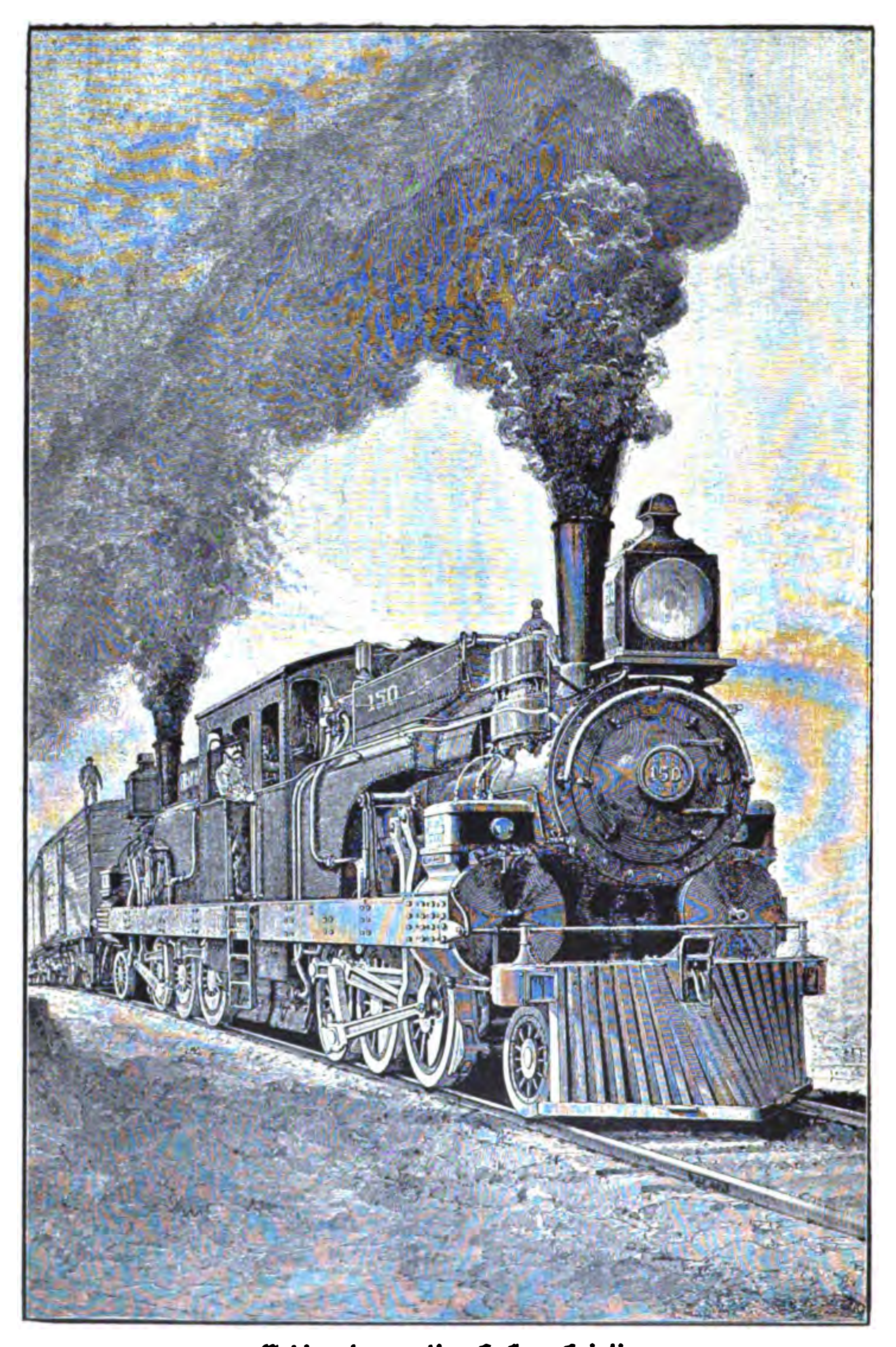
Als eine Gruppe für sich, bei welcher sowohl die Art der Anlage, als der in Anwendung kommende Motor die mannigfachsten Spielarten zulassen, sind die Stadtbahnen zu betrachten. Unter dem Zwange der engen Raumverhältnisse und anderer durch die in ausgedehnten und dichtbevölkerten Siedelungen gegebenen

Beſchränkungen, hat die Verkehrstechnik zu allen erdenklichen Conſtructionsweiſen gegriffen, welche als »Hochbahnen« und »Tiefbahnen« (Untergrundbahnen), mit Dampfbetrieb und elektriſchem Betrieb, als gewöhnliche Adhäſionsbahnen bis zu den complicirten Einrichtungen der »Stufenbahnen«, »Gleitbahnen« u. ſ. w. dem Erfindungstalente ein weites Feld darboten und noch immer darbieten.

An dieſe Kategorie von Eiſenbahnen ſchließt ſich als letztes Glied der langen Kette eine Gruppe von Conſtructionsweiſen, welche ſich am paſſendſten als »eiſenbahntechniſche Curioſa« zuſammenfaſſen laſſen, indem ſie weniger aus dem Zweckmäßigkeitsprincipe, als vielmehr aus der individuellen Laune des experimentirenden Technikers entſpringen. Als typiſche Repräſentanten dieſer Art können Lartique's »einſchienige Eiſenbahn« und Boynton's »Velocipedbahn« angeſehen werden. Wir kommen auf alle dieſe Conſtructionsweiſen noch eingehender zu ſprechen.



Straßenbahn-Locomotive.



Gebirgslocomotive System Fairlie.

(Für den Betrieb auf der mexicanischen Centralbahn, zur Zeit die schwerste Locomotive der Welt. Dienstgewicht 130 Tons.)

Erster Abschnitt.



Der Schienenweg.



Unterbau.

1. Die Erdarbeiten.

Der Unterbau ist das den eigentlichen Schienenweg tragende Bauwerk. Er setzt sich aus künstlichen Anschüttungen (Dämmen), aus natürlich gelagerten, durch Abtragung von Erdkörpern bloßgelegten Massen (Einschnitten) und aus der Combination beider, d. i. den sogenannten »Anschnitten« zusammen, bei welch' letzteren in den Querprofilen der gewonnene Abtrag als seitlicher Auftrag in Verwendung kommt. Im Felsboden genügt in der Regel der einseitige Anschnitt, bei welchem es sich nur um einen partiellen Abtrag ohne den sonst das Querschnittprofil ergänzenden Auftrag handelt. Außer diesen Erdbauten werden zum Unterbau noch die Brücken und Durchlässe, die Tunnels, die Wegübergänge, Schneegallerien und Unterfahrungen von Wildbächen und andere minder bemerkenswerthe Vorkehrungen gerechnet.

Wie in Allem, was mit der Technik des modernen Eisenbahnwesens zusammenhängt, die rapid fortgeschrittene Ausgestaltung auf den neuesten Erfahrungssätzen beruht, so auch beim Unterbau. Während einerseits die seit altersher bestehenden Normen, wie sie für den Unterbau im engeren Sinne Giltigkeit haben, principiell dieselben geblieben sind, hat anderseits der Bau der Gebirgsbahnen der soliden und gesicherten Herstellung des Planums neue Aufgaben zu lösen gegeben, welche theils aus den jeweils vorhandenen außergewöhnlichen Verhältnissen entsprangen, theils im Kampfe mit den Elementen sich ergaben. Gewisse Schutzvorrichtungen zur Abwehr der den regelmäßigen Betrieb störenden Gefahren sind ganz ausschließlich das Ergebniß der im Gebirgsbahnbau gemachten Erfahrungen. Bergschlipfe und Lawinenstürze, Ueberschwemmungen in engen Thälern, in deren Sohle sich Bahn und Fluß theilen, Torrenten und Wildwasser u. dgl. zwangen den ausführenden Ingenieur zu Constructionsweisen, für die es so gut wie keine Vorbilder und Erfahrungen gab.

In ganz außergewöhnlicher Weise aber ist die Technik bezüglich der Brücken- und Tunnelbauten aus den früheren engen Schranken hervorgetreten. Schon die Führung der Trace in hohen Gebirgslagen bei starken Steigungsverhältnissen in den zur Verfügung stehenden Thälern und die damit verknüpfte Aufgabe, die Linie möglichst günstig zu placiren, stellte den ausführenden Techniker vor neue, schwer zu lösende Aufgaben. Um beträchtliche Niveaudifferenzen zu überwinden griff man zu complicirten Tunnelanlagen — den sogenannten Kehr- und Spiraltunnels — mittelst welchen die Trace in förmlichen Schneckenwindungen die verschiedenen Höhenlagen überwindet. Außerordentliche Leistungen sind ferner die großen Alpentunnels, die Unterfahrungen von breiten Flüssen (in England und Amerika) und schließlich die großartigen Brückenbauten der letzten Zeit, wahre Wunderwerke der Technik, welche aller Hindernisse spotten und sich im gigantischen Aufbau über Thäler und Meeresarme spannen. Sie sind das sichtbare Abbild der erstaunlichen Energie, mit welcher der moderne Bautechniker den unglaublichsten Schwierigkeiten trotzt. Diese Energie wird aber ganz wesentlich unterstützt durch die Fortschritte der einschlägigen Hilfstechniken, vornehmlich in der Bewältigung großer Eisen- und Stahlmassen als constructive Elemente, nach welcher Richtung man der Grenze des Erreichbaren ziemlich nahegerückt sein dürfte.

Gegenüber den imponirenden Tunnel- und Brückenanlagen tritt, soweit es sich um das äußerliche Moment handelt, der eigentliche Unterbau erheblich zurück. Er ist, soweit das Laieninteresse in Betracht kommt, das Stiefkind der Eisenbahntechnik. Ungeachtet dieser Sachlage erfordert ein solider, ökonomisch zweckmäßig durchgeführter Unterbau nicht nur hervorragende theoretische Kenntnisse und weitgehende praktische Erfahrungen, sondern zugleich ein höheres Maß von Scharfblick, durch welchen sich der intelligente Ingenieur von dem Durchschnitts-Techniker unterscheidet. Für den Nichtfachmann scheint nichts einfacher als die Herstellung eines Bahnkörpers, der sich als eine Reihenfolge von Dämmen und Einschnitten darstellt; er ist geneigt, das Hauptverdienst an dieser Leistung nicht dem leitenden Kopf, sondern den ausführenden Händen zuzuschreiben.

Das wichtigste Moment bei der Herstellung des Unterbaues ist die sogenannte Massendisposition. Man versteht darunter die zweckmäßige Bewegung der Bodenmassen, um einen möglichst ökonomischen Ausgleich zwischen Abtrag und Auftrag zu erzielen. Da die Massendisposition von vornher auf einer eingehenden und zuverlässigen Berechnung sich stützt und diese letztere die Grundlage für die auszuführenden Erdarbeiten bildet, läßt sich die Wichtigkeit dieser technischen Vorarbeit ermessen. Trotzdem wird es nicht immer möglich sein, das ideale Verhältniß zwischen Abtrag und Auftrag zu erzielen. Ergiebt ein Einschnitt eine größere bewegte Bodenmasse als zur Verwendung der benachbarten Dammanlagen oder zu solchen in noch rationell auszunützender Entfernung nothwendig ist, so wird man gezwungen sein, den Ueberschuß an Bodenmasse in der Nähe der Bahn zu belassen. Man spricht in diesem Falle von Seitenablagerung. Tritt das umgekehrte Verhältniß unter gleichen Voraus-

setzungen ein, d. h. ergeben die Einschnitte nicht hinlängliches Material für die aufzuschüttenden Dämme, und ist die ökonomisch zulässige Entfernung für die Zufuhr nicht gegeben, so muß das fehlende Material besonderen in der Nähe der Bahn gelegenen Abbauorten entnommen werden. Man nennt dieses Verfahren Seitenentnahme. Da man durch sie, und desgleichen bei der Seitenablagerung, in die Zwangslage versetzt wird, Grundstücke zu erwerben, ist es Aufgabe des leitenden Ingenieurs, wenn nur immer möglich, bei der Massenberechnung diesem Uebelstande aus dem Wege zu gehen. Seitdem in den sogenannten »Interimsbahnen«, welche als schmalspurige Förder- oder Arbeitsbahnen gleichzeitig mit der Inangriffnahme des Unterbaues hergestellt werden, ein äußerst ökonomisches Hilfsorgan gewonnen worden ist, kommen Seitenablagerungen und Seitenentnahmen in der Massendisposition fast gar nicht mehr vor.

Neben den vorstehend erläuterten Factoren hat indes der Bauleiter einer Bahn noch die mannigfaltigsten, zum Theil von vornherein jeder Berechnung sich entziehenden Verhältnisse im Auge zu behalten: die zu bearbeitenden Erdmassen in Bezug auf deren Grad der Schwierigkeit, welche das Lösen derselben aus ihrer natürlichen Lagerung verursacht; die Berücksichtigung des verschiedenen Verhaltens geschichteter und ungeschichteter Gesteine; das Maß der Cohäsion und des Reibungswiderstandes bei den einzelnen Erdarten; die Wasserhältigkeit des anzuschneidenden Bodens, beziehungsweise die Nachforschung nach Grundwasser u. dgl. m. In scheinbar consistentem Terrain können in tieferen Lagen Rutschflächen vorhanden sein, die erst in Folge der durch die Bodenbewegung verursachten partiellen Gleichgewichtsstörungen wirksam werden. Eine solche unliebsame Entdeckung kann zu großen Verlegenheiten, zur Verzögerung, beziehungsweise zur Vertheuerung des Baues führen und unter Umständen selbst auf die Massendisposition ungünstig einwirken, insoferne beispielsweise dem Abtrag in die tieferen Lagen nicht die Qualification eines guten Auftragmaterials zukommt.

Alle diese Schwierigkeiten und unvorhergesehenen Störungen erhalten erhöhte Bedeutung, wenn die Bahn durch sehr coupirtes Terrain oder über moorige Landflächen geführt werden muß; oder bei Anschnitten in geschichtetem Gestein von großer Verwitterungsfähigkeit, bei Führung der Bahn an Geländen, welche fallweise von Hochwasser bespült werden, am meisten aber im Gebirge in tiefen und engen Flußthälern, wo die Nothwendigkeit häufigen Uferwechsels und die Combination von Brücken und Tunnels den Scharfblick des Ingenieurs in Verbindung mit gründlichen geologischen Studien und der Kenntniß von dem Wesen der aufeinander wirkenden geophysikalischen Factoren in mehr als gewöhnlichem Maße erfordern.

Nicht minder schwierig, wenn auch mehr auf praktische Erfahrung als auf geschulte Intelligenz fußend, gestalten sich jene Verhältnisse, welche wir als Dynamik der Bodenmassen bezeichnen möchten. Sowohl bei den Anschüttungen als den Abtragungen handelt es sich um die Ermittlung der zu erwartenden Druck-

wirkungen, einerseits in dem blosgelegten Boden, anderseits in den aufgetragenen gelösten Massen. Der Gleichgewichtszustand eines Erdbauwerkes hängt von den Werthen des Gewichtes, der Reibung und der Cohäsion ab. Von dem Maße, in welchem diese Factoren sich entweder entgegenwirken oder wechselseitig paralysiren, hängt dann die Größe des Druckes (Schubes), den der Erdbaukörper ausübt, ab. So wird beispielsweise eine und dieselbe Erdart in trockenem Zustande — unter sonst gleichen Verhältnissen — eine geringere seitliche Druckkraft äußern, als im nassen Zustande, weil in letzterem Falle die Reibung vermindert, das Gewicht aber vergrößert wird. Das Maß der Cohäsion wieder ist bestimmend für den Werth der Reibung, d. h. es werden minder consistente Massen leichter aus ihrer Verbindung — also leichter ins Gleiten kommen — als consistentere. Die Cohäsion ist überdies proportional der Größe der Fläche, nach welcher die Trennung der Erdmasse erfolgt.

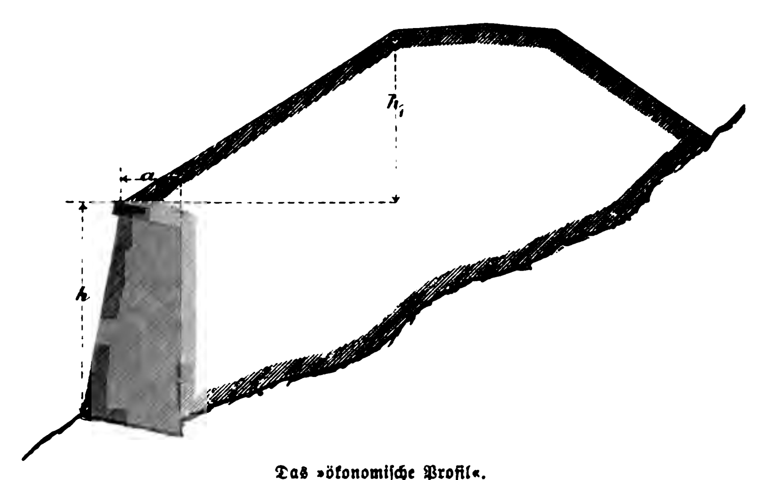
Der vorstehend auseinandergesetzte Sachverhalt ist maßgebend für den Neigungswinkel, unter welchem die Böschungen in Einschnitten und an Dämmen angelegt werden müssen. Das zulässige Maß dieses Neigungswinkels beträgt bei Dammerde, ob nun locker oder fest, trocken oder durchfeuchtet, 40°; bei lehmiger Erde (unter den gleichen Voraussetzungen) 40°; bei sandigem feinen Kies (trocken oder feucht) 37°, bei Schotter 25—40°, bei Sand (trocken oder feucht) 32°. In der Praxis erweist sich die unerläßliche Nothwendigkeit, diese theoretischen Werthe um ein entsprechendes Maß herabzumindern, d. h. die jeweiligen Böschungswinkel kleiner zu wählen. Man nennt dies den »Sicherheitsgrad«. Denn abgesehen davon, daß obige Werthe die Grenze andeuten, bei welcher die betreffende Erdmasse sich im Zustande des Gleichgewichtes befindet, vermögen Witterungseinflüsse (Hitze, Frost, Niederschläge) das Gewicht und die Cohäsion, und in Folge dessen auch die Reibung, in ungünstiger Weise zu beeinflussen.

Durch die Einführung des Sicherheitsgrades, beziehungsweise in Folge der stärkeren Abflachung der Böschung, ergiebt sich der Uebelstand, daß die Basis der Dämme, beziehungsweise die obere Oeffnung der Einschnitte mitunter eine bedeutende Breite erreicht, was auf die Grundeinlösung ungünstig einwirkt. Aus diesem Grunde sowohl als nicht minder deshalb, um weniger consistenten Erdmassen eine steilere Böschung geben zu können, werden Mauern oder Wände aufgeführt. Sie heißen **Stützmauern**, wenn sie zum besseren Verbunde der Anschüttungsmasse dienen, **Wand-** oder **Futtermauern**, wenn sie in Einschnitten zur Erhaltung des Gleichgewichtszustandes der natürlich lagernden Anschnittsmassen hergestellt werden.

Die Stärke dieser Mauern sowie die Neigung, die ihre äußeren und inneren Flächen erhalten, sind nicht gleichgiltig; Dicke und Neigung stehen vielmehr in Wechselwirkung, welche bestimmte Werthe ergeben, doch werden die jeweiligen örtlichen Verhältnisse sich häufig derart gestalten, daß verschiedene Mauerquerschnitte zu dem gleichen Resultate führen. Weitere Combinationen ergeben sich aus der Flächengestalt der Mauern, d. h. aus deren »Profil«. Das geradlinige senkrechte Profil

besitzt, unter sonst gleichen Umständen, die geringste Stabilität. Wo dasselbe — z. B. innerhalb der Häuseranlagen in Städten, oder überall dort, wo die Grundfläche des Bahnkörpers sehr beengt ist — in Anwendung kommt, muß die Mauer, soll sie nicht dem Seitenschube nachgeben und umkippen, sehr stark gehalten werden. Eine größere Stabilität (bei geringerer Dicke) kommt den einwärts geneigten Mauern zu. Noch widerstandskräftiger sind Mauern mit geschweiftem Profil, die concave Seite nach außen. Es ist dies das sogenannte »englische Profil«. Endlich können die Mauern auch noch an der Innen- und Außenfläche abgeknickt werden, wobei das flachere Profil dem Fuß, das steilere dem oberen Theile der Mauer gegeben wird. In diesem Falle spricht man vom »deutschen Profil«.

In der fallweisen Anwendung dieser Profile werden mancherlei Factoren zu berücksichtigen sein, so daß der ausführende Ingenieur anzustreben hat, das Zweck-



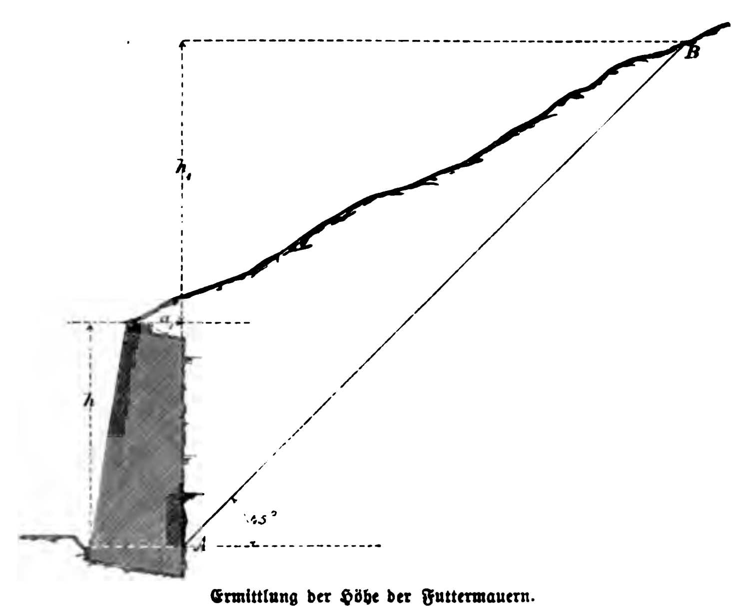
Das »ökonomische Profil«.

mäßigste mit den geringsten Mitteln zu erreichen, was nothgedrungen zur Anwendung des kleinsten Querschnittes führt. In diesem Sinne spricht man vom »ökonomischen Profil«. In der beigegebenen Figur sei ein gegebenes Beispiel erläutert. Die Dicke der Mauerkrone (a_1) ergiebt sich aus einer Gleichung, in welcher die Höhe der Mauer (h) und die Höhe des sichtbaren Dammkörpers (h_1) die wichtigsten Elemente sind. Näher in diese Berechnung einzugehen, erscheint uns in einem populären Werke nicht am Platze.

In ähnlicher Weise wird bei Futtermauern vorgegangen. Hier wird (S. 72) die Höhe h_1 dadurch ermittelt, daß man von der Rückwand der Mauer aus eine Linie NB. unter 45° zur Wagrechten bis dorthin zieht, wo sie die natürliche Bodenfläche trifft. Das Weitere ist aus der Figur ersichtlich.

Anstatt der Stützmauern werden fallweise Steindämme dem Zwecke dienen, steilere Böschungen herzustellen. Sie finden überall dort Anwendung, wo die Massendisposition dies gestattet oder geradezu nothwendig macht, wie beispielsweise

im felsigen Terrain. Bei den neueren Alpenbahnen (St. Gotthard, Arlberg) haben die Steinsätze oder sogenannten »Packungen« eine ausgedehnte Anwendung gefunden. Sie empfehlen sich vorzugsweise an steilen, felsigen Lehnen, an denen Druckerscheinungen sich bemerkbar machen oder Rutschungen zu befürchten sind, also an Stellen, die eines sehr soliden Bahnkörpers bedürfen und Erdmaterial in der Regel gänzlich mangelt. Dem Principe nach sind die Packungen Trockenmauern von prismatischer Gestalt, aus schweren Bruchsteinen ausgeführt, deren Zwischenräume durch kleineres Abtragsmaterial verkeilt werden. Die Art und Weise, wie solche Packungen hergestellt werden, ist aus den beigegebenen Figuren zu ersehen. Man giebt ihnen nie eine größere Neigung als 45°. Soll die Böschung noch



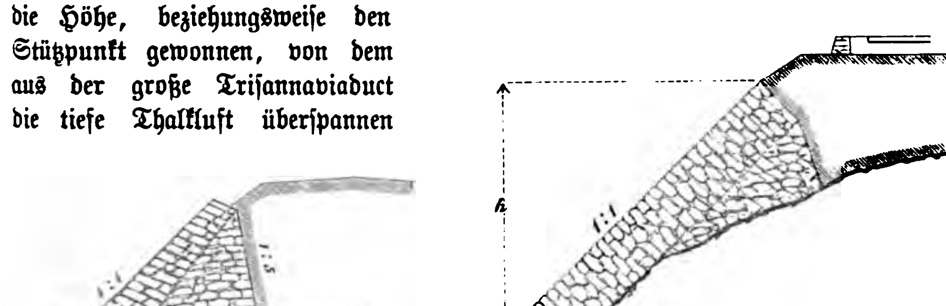
Ermittlung der Höhe der Futtermauern.

steiler gehalten werden, so müssen an Stelle der Packungen wirkliche Mauern, entweder Trockenmauern oder gemörtelte Mauerwerkskörper, treten.

Bekannt wegen ihres großartigen Aufwandes von Mauerwerk ist die Semmeringbahn, in welcher Richtung sich keine Bahn der Welt mit ihr messen kann. Die gesammte Mauerung beträgt nämlich 610.533 Cubikmeter, so daß auf den laufenden Meter der ganzen zweigeleisigen Strecke fast 15 Cubikmeter Mauerwerk entfallen. Die Wand- und Stützmauern nehmen eine Länge von 13 Kilometer ein. . . . Dagegen wieder zeigen die neuen Alpenbahnen, wie die Gotthardbahn und die Arlbergbahn, die weitgehendste Anwendung der Steindämme und Packungen. Auf der Arlbergbahn hat die Herstellung des großartigen Trisannaviaductes weniger Schwierigkeiten verursacht, als die ihm zur Seite liegenden Zufahrtsstrecken zwischen den Stationen Pians und Strengen.

Auf der einen Seite Rutschterrain, auf der anderen Lawinenstraßen, Murgänge, enge Tobel mit tückischen Wildwassern: das war hier die Situation, der die Kunst des Ingenieurs beikommen mußte. Als die Bahn bereits fertig war, mußte eine Trockenmauer, welche in Folge von Rutschungen ganz deformirt worden war, um 4 Meter gegen die Lehne gerückt werden. Gleich außerhalb der Station Pians setzt die Bahn mit einem vierbogigen Viaduct über den Ganderbach. Es folgt nun die »Mayenwand«, welche senkrecht zur Sanna abstürzt. Um dieser Felswand, welche in einer Höhe von 100 Meter über dem Flusse dahinzieht, Herr zu werden, mußten zwei 30 bis 40 Meter hohe Stützmauern und zwischen beiden ein Felseinschnitt hergestellt werden.

An diese schwierigen und kostspieligen Bauten schließt unmittelbar der Viaduct über den Wolfsgruberbach mit 5 Oeffnungen zu 8 Meter an. Jetzt erst hatte man die Höhe, beziehungsweise den Stützpunkt gewonnen, von dem aus der große Trisannaviaduct die tiefe Thalkluft überspannen



Steinpackungen.

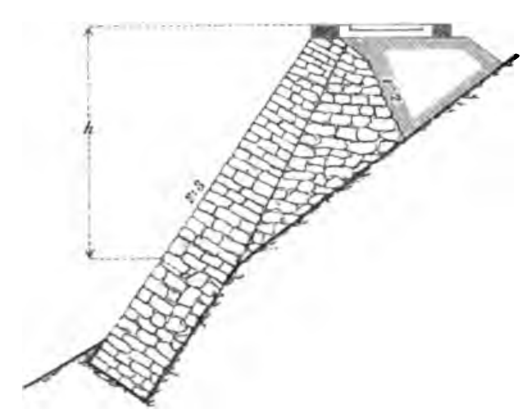
konnte. Jenseits derselben mußte die Bahn gegen eine Anzahl gefährlicher Lawinenstraßen durch großartige Stütz- und Futtermauern, außerdem durch Unterfahrungen der Muren geschützt werden. Aus dem Waggoncoupé sieht man von diesen Dingen wenig, und dennoch hatte hier die Ingenieurkunst an schwierigeren Aufgaben sich zu erproben, als an mancher gigantischen Brücke, an manchem prunkenden Viaduct oder pfropfenzieherartig gewundenem Spiraltunnel.

Großartige Anlagen von Stütz- und Futtermauern findet man auch an der Brennerbahn, der Schwarzwaldbahn, ganz besonders aber an der Gotthardbahn, wo neben steilen Felsgehängen zahlreiche mächtige Schutthalden, also der denkbar beweglichste Untergrund, zu überwinden waren. Das starke Gefälle der Reuß auf der Nordseite (bei Waasen) und des Tessin auf der Südseite (zwischen Prato und Giornico) zwang zu der Anlage von Kehr-, Schleifen- und Spiraltunnels, deren Zufahrts- und Verbindungsstrecken vielfach die Herstellung gemauerter Bahnkörper nothwendig machten.

Die Trockenmauern werden aus Bruchsteinen hergestellt, die, mit dem Hammer roh bearbeitet, in regelrechten Verband gelegt werden. Die Zwischenräume verkeilt

man mit kleinerem Abtragsmateriale. Sehr zweckmäßig ist das Einbetten der Steine in Moos, wodurch eine gute Druckvertheilung erzielt wird. Unter solchen Umständen können Trockenmauern einen Böschungswinkel von 2 : 3 erhalten. An den neuen Alpenbahnen hat man Trockenmauern vielfach mit Steinsätzen in Verbindung gebracht, und damit eine große Stabilität der Dammanlagen erzielt. Wie aus der beigegebenen Figur, welche ein Profil der Gotthardbahn zeigt, zu ersehen ist, lehnt sich eine verhältnißmäßig dünne Trockenmauer an einen gepackten Steinkörper, ohne jedoch in Verbund mit demselben zu stehen, so daß beide Theile unabhängig von einander sich setzen können. Die Höhe (h) beträgt hier 9 Meter.

Bei Dämmen, welche im Anschnitt — also an der Lehne eines mehr oder minder starken Abhanges — liegen, empfiehlt es sich, bei wenig consistentem Material der Unterlage für die Anschüttung ein stufenförmiges Profil zu geben, wodurch in wirksamster Weise Rutschungen vorgebeugt wird. Sehr umständlich, kostspielig und unberechenbar sind die Dammanlagen in beweglichem flachen Boden, z. B. Mooren oder wasserhältigen sanften Abdachungen. In solchen Fällen erwächst für den Bauleiter die Aufgabe, allen Eventualitäten gewappnet gegenüber zu stehen, denn nichts ist fataler, als ein in Bewegung gerathener Damm, der in der Regel nur durch den Aufwand außergewöhnlicher Maßnahmen wieder zum Stillstand gebracht werden kann. Verdächtige Stellen müssen durch Abteufungen auf ihren Zustand untersucht, ausgesprochen nachgiebige Unterlagen aber in ihrer ganzen Ausdehnung tragfest gemacht werden. Aber selbst bei Beachtung aller Vorsicht wird man häufig das Unzulängliche jeder Berechnung erfahren müssen. Ein classisches Beispiel hiefür liefert die Anlage des Dammes, welcher das große Moor bei Laibach durchschneidet. Der ca. 2400 Meter lange Damm sank mehrmals vollständig ein, und erst nach jahrelangen Nachbauten und Steinschüttungen, und nachdem die Basis des Dammes erst in 10—15 Meter Tiefe eine widerstandskräftige Unterlage (mit Sand vermengte Thon- und Lettenschicht) gefunden hatte, erlangte das Riesenwerk die nothwendige Stabilität. Unter normalen Verhältnissen würde es kaum des fünften Theiles des aufgewendeten Materiales zu dessen Herstellung bedurft haben.


Trockenmauer mit gepacktem Steinkörper (Gotthardbahn).

In den Vereinigten Staaten von Amerika, wo die Eisenbahnen vielfach längs den versumpften Ufern der großen Seen oder durch die moorigen Niederungen der großen Ströme geführt sind, wäre es in den meisten Fällen ganz

unmöglich gewesen, einen soliden Unterbau auf dem herkömmlichen Wege der Dammanlagen fertig zu bringen. Als Ersatz für letztere wurden sogenannte Pfahlbrücken, eine den »Trestle Works« verwandte Construction, in Anwendung gebracht. Sie bestehen aus nahegestellten Jochen aus Holz, die mitunter zu ganz gewaltigen Tiefen pilotirt sind. So ist die Madison-Linie der Nord-Western-Eisenbahn in Wisconsin mittelst 4·6 Meter von einander gestellten, theilweise bis zu Tiefen von 35 Meter eingetriebenen Pfahlreihen über das Moor geführt. Die großen Längen der hiefür nöthigen Piloten wurden durch Verbindung einzelner aufeinander gestellter Stämme mittelst Dübel bewirkt. Eine andere solche Pfahlbrücke in derselben Bahn ist 2200 Meter lang und reicht manche Pilote bis in 36½ Meter Tiefe. Ein Theil der Brücke, welcher in einer Curve liegt, wurde durch Streben gesichert, die sich in Entfernungen von 18·3 Meter auf Gruppen von je acht mit Ketten zusammengebundenen Piloten stützen. Die Anzahl der Piloten in einem Joche wechselt von 4—8 und beträgt bei der ganzen Brücke 2598. Ihre Erbauung erforderte 5 Monate Zeit und einen Kostenaufwand von 72.000 Dollars.

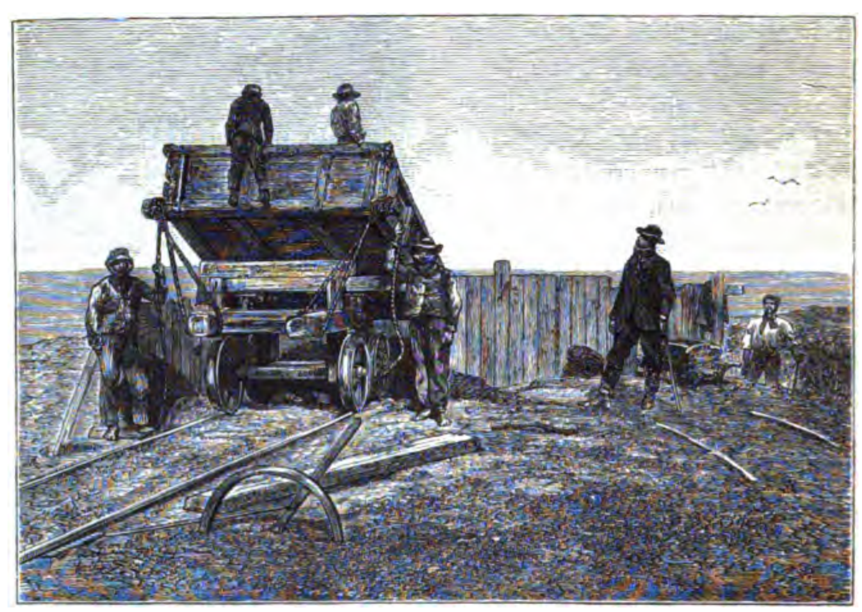


Bahnanlage am Felsgehänge.

Mitunter gerathen Dämme, welche durch Jahrzehnte sich als vollständig consolidirt erwiesen, durch außergewöhnliche Ereignisse, z. B. langanhaltende Regengüsse, in Bewegung. Tritt die letztere plötzlich ein, z. B. durch die Last oder Erschütterung eines Zuges, welche den bereits an der äußersten Grenze stehenden Gleichgewichtszustand stört, so kann ein solcher Zwischenfall zu schweren Katastrophen führen. In der Geschichte des Eisenbahnbetriebes sind indes solche Fälle selten, da die Bewegung sich in augenfälligen Merkmalen ankündet. Es lösen sich zunächst, vornehmlich durch die Belastung und Erschütterung der Züge, kleinere Massen vom Dammkörper los und rollen die Böschungen hinab. Später folgen Risse und es kommen ganze schollenartige Massen ins Gleiten.

Die Ursachen dieser Erscheinung liegen theils in der Beschaffenheit des zu den Schüttungen verwendeten Materials, theils in äußeren Einflüssen. Die Wirkungen können sehr bedenklich werden, in vielen Fällen aber belanglos sein. Durch Eindringen von Wasser, Frost, große Hitze u. dgl. entsteht eine oberflächliche

Störung des Gleichgewichtszustandes im Böschungskörper, indem Reibung und Cohäsion vermindert werden. In diesem Falle hat es mit dem Abbröckeln sein Bewenden. Liegt aber die Ursache in dem Eindringen vielen Wassers bis zur Auflagefläche des Dammkörpers, durch welches die Reibung zwischen diesem und der natürlichen Bodenfläche eine allzugroße Verminderung erleidet, so wird eine vollständige Dammrutschung eintreten. Am verderblichsten sind aber die sogenannten »Quellungen« Sie treten zwar meistens in Einschnitten auf, doch werden sie auch an Dämmen, vornehmlich an solchen aus ungeeignetem Schüttungsmateriale, beobachtet. Starke Regengüsse bringen ein solches Erdbauwerk völlig aus seinem Zusammenhang, so



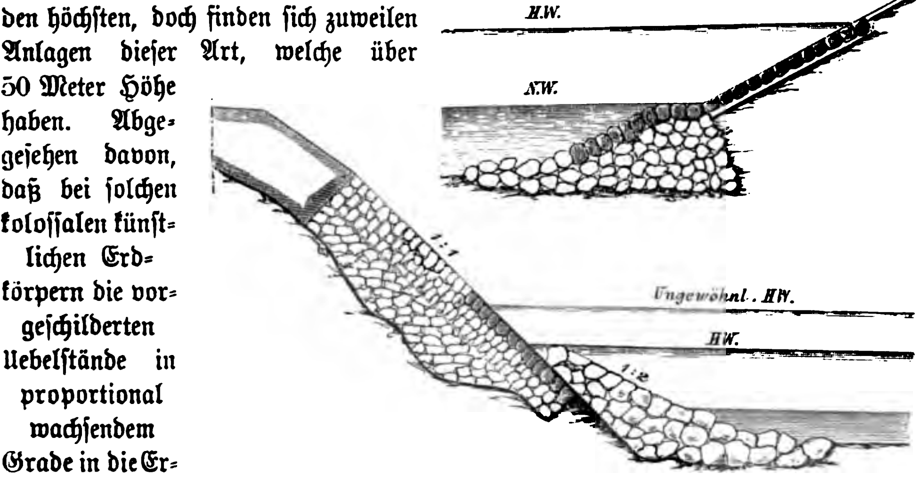
Förder-Kippwagen.

daß es in aller Form zerfließt. Wir werden später bei den Einschnitten sehen, welcher Mittel man sich bedient, um Gefahren dieser Art zu begegnen.

Die Solidität einer Bahnanlage hängt nicht einzig von der Verläßlichkeit der Unterlage und der Güte der Schüttungsmateriales, sondern in gleichem Maße von der Art der Schüttungsarbeit selbst ab. Der naturgemäße Aufbau eines Dammes erfolgt durch Anschüttung von der Unterlage aus. Eine weit festere Lagerung wird aber dadurch erzielt, daß man in der Höhe des herzustellenden Dammes ein Gerüst zimmert, auf welches die Interimsbahn gelegt wird. Vermittelst dieser Anlage können ganze Züge von Kippwagen anfahren, deren Inhalt durch den Fall in die Tiefe, welche mitunter sehr bedeutend ist, sich stark zusammenpreßt. Aber selbst die umsichtigste Bauleitung wird nicht verhindern können, daß die hergestellten Dämme, welche erst nach Jahren die Consistenz natürlicher Lage-

rungen erhalten, einige Zeit nach ihrer Vollendung einsinken, oder, wie der technische Ausdruck lautet, sich »setzen«. Das Maß solcher Senkungen bewegt sich zwischen 1 bis 5 Procent der Dammhöhe, kann aber unter besonders ungünstigen Umständen 10 Procent überschreiten. Setzungen sind besonders dann gefährlich, wenn sie sich mit Rutschungen oder Quellungen combiniren. In solchen Fällen giebt es kein anderes Auskunftsmittel, als die Anlage gänzlich zu reconstruiren. Alle halben Maßregeln sind verwerflich, weil das Uebel früher oder später in größerem Maße zu Tage treten und seine Bewältigung schwere Geldopfer erfordern würde, wozu noch die Störung des Betriebes hinzukommt.

Die Kronenbreite der Dämme beträgt bei eingeleisigen Bahnen 4 bis 5, bei zweigeleisigen Bahnen 7 bis 9 Meter. Die Höhe ist sehr verschieden; 30 Meter hohe Anschüttungen zählen schon zu den höchsten, doch finden sich zuweilen Anlagen dieser Art, welche über 50 Meter Höhe haben. Abgesehen davon, daß bei solchen kolossalen künstlichen Erdkörpern die vorgeschilderten Uebelstände in proportional wachsendem Grade in die Erscheinung treten können, sind sie zugleich kostspieliger als Viaducte, da, abgesehen von den zu bewegenden Massen, auch die Größe der zu erwerbenden Grundfläche in die Wagschale fällt. Selbstverständlich werden die Böschungen der Dämme behufs Erzielung einer größeren Dichtigkeit und Festigkeit des oberflächlichen Materiallagers mit Ackererde bedeckt und mit Grassamen besäet.



Verkleidung von Dammböschungen, welche dem Hochwasser ausgesetzt sind.

Dammböschungen, deren Fuß von fließendem oder stehendem Wasser bespült wird, ferner solche, welche Hochwassern ausgesetzt sind, erhalten eine besondere Verkleidung. Es wird ein fester Fuß aus zusammengeworfenen Bruchsteinen hergestellt, an welchen bis über die Hochwasserlinie hinaus eine solide Pflasterung anschließt. Es empfiehlt sich, diese letztere bis zu entsprechender Tiefe auch über die Steinwürfe auszudehnen. Bei einer Bespülung durch einen sehr reißenden Fluß genügen die einfachen Steinwürfe nicht und es müssen in diesem Falle am Dammfuße Piloten eingerammt werden, welche durch aufgeschraubte Langhölzer eine feste

Verbindung erhalten. Im Uebrigen entscheiden die örtlichen Verhältnisse, auf welche Weise diesfalls zu verfahren ist. Die beigegebene Figur führt ein specielles Beispiel von der Gotthardbahn vor, mit Steinpackungen und sorgfältig gepflasterten Vorderböschungen, deren Pflasterdecke, vom festen Boden ausgehend, bis 1 Meter über die außergewöhnliche Hochwasserlinie reicht. Vor diesem Steinkörper liegt ein Steinwurf, dessen Krone auf die normale Hochwasserlinie gelegt ist.

Wir kommen nun zu den Einschnitten. Den Dämmen gegenüber haben sie den Vortheil einer festen Unterlage für sich, und in sehr schwerem Boden den einer

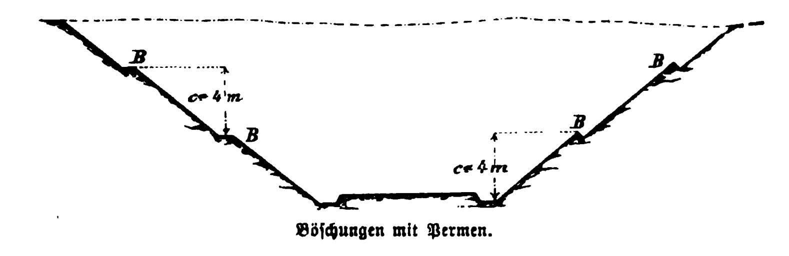


Anschnitt in Felsen.

gesicherten Seitenbegrenzung, die, wie beispielsweise in felsigem Terrain, keinen Bewegungen ausgesetzt ist. Indes kommt diesen Vortheilen nur eine relative Bedeutung zu; denn wie einerseits selbst in der natürlichen Lagerung der Einschnittsohle Veränderungen vor sich gehen können, in Folge der durch den Anschnitt der Bodenmasse hervorgerufenen Störungen des Gleichgewichtszustandes, hat man andererseits auch mit den Felsböschungen häufig seine liebe Noth. Der Verwitterungsproceß, das Ausbrechen von Sickerwasser äußern ebenso ihre zerstörenden Einflüsse, als die durch den Zugsverkehr hervorgerufenen Erschütterungen, welche zu Steinschlägen Anlaß geben.

Beim normalen Einschnitt richtet sich das Profil — ganz so wie bei den Dämmen — nach der Bodenart, in welche es gelegt wird. Hierbei fällt insbesondere die Tiefe des Einschnittes in die Wagschale. Ist dieselbe mäßig, etwa 5 Meter nicht überschreitend, und der anzuschneidende Boden von geringer Consistenz, so wird der entsprechenden Abflachung der Böschungen nichts im Wege stehen. Bei größerer, oder außergewöhnlich großer Tiefe aber würde die obere Oeffnung des Profils eine so große Bodenfläche beanspruchen, daß die Anlage eines solchen Einschnittes sich unökonomisch erweist. Man wird in diesem Falle entweder Stützmauern aufführen, oder einen sogenannten »gedeckten Einschnitt« herstellen, oder — was unter Umständen das rationellste sein wird — für die Tunnellirung sich entscheiden.

Ergeben sich Fälle, in denen aus irgend einem Grunde die weite, obere Oeffnung des Profils für die Anlage eines mehr als 5 Meter tiefen Einschnittes rücksichtlich des Kostenpunktes irrelevant ist, so empfiehlt es sich, die großen Flächen der Böschungen durch »Bermen« zu gliedern. Es sind dies, wie aus der beige-

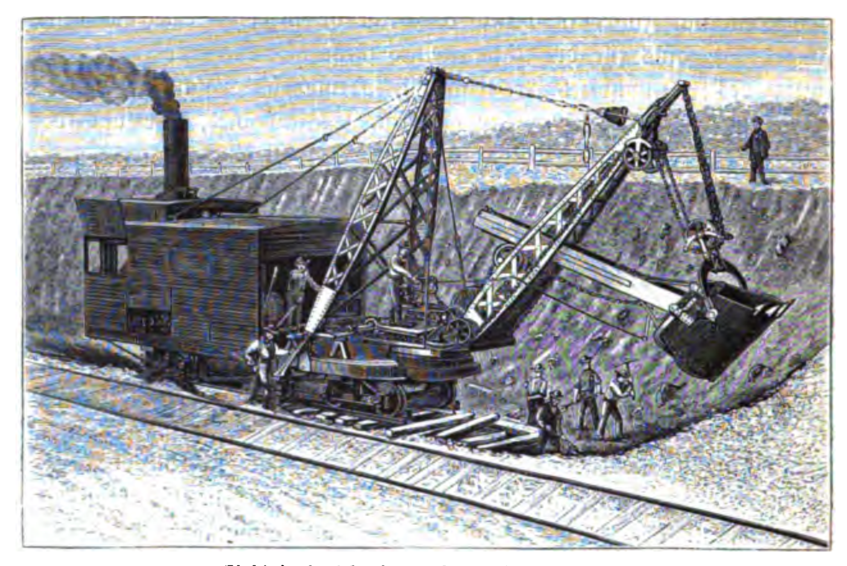


Böschungen mit Bermen.

gebenen Figur BB (links) zu ersehen ist, schmale Absätze, welche Stützpunkte für Abbröckelungen und abgeschwemmten Humus bilden und überdies dem Zerklüften der Flächen durch abfließendes Regenwasser ein Ziel setzen. Es kann aber auch geschehen, daß die Bermen gerade im letzteren Falle Stauungen des Sickerwassers fördern und sonach die unmittelbare Ursache von Rutschungen werden. Die örtlichen Verhältnisse allein können hier die Handhabe zu zweckmäßigem Vorgehen abgeben. Wo solche Bermen vorhanden sind, können sie als Gangsteige benützt werden. Einwärts geneigte Absätze (in der Figur BB rechts) eignen sich selbstverständlich nicht dazu, und ist ihre Anlage auch aus anderen Gründen nicht zu empfehlen.

Rücksichtlich des Neigungsverhältnisses der Böschungen gilt das bei den Dämmen Gesagte und richten sich dieselben einerseits nach der Consistenz der angeschnittenen Erdart, beziehungsweise dem Grade der Durchnässung. Dammerde und Sand können im Verhältnisse von 1 : 2, brauchbare Lehmerde und Kies von 1 : 1·5, grobes Geröll und Steinbrocken von 1 : 1 abgeböscht werden, doch gilt als Princip, daß bei zunehmender Tiefe des Einschnittes unter sonst gleichen Verhältnissen die Böschungen flacher zu halten sind. Bei der Lösung bedeutender Massen wird man sich mit Vortheil der Excavatoren bedienen. Eine eigenartige Con-

struction ist die hier abgebildete von Osgood. Der Apparat besteht aus einem achträderigen Wagen und wird auf Schienen bis dicht an die Arbeitsstelle herangeführt. In dem Maße als die Arbeit fortschreitet, werden selbstverständlich die Schienen verlängert und der Apparat vorgeschoben. Die 1500 Kilogramm wiegende mächtige Stahlschaufel ist an einem starken Balken befestigt, welcher über eine Rolle in dem vorderen Krane läuft. Die Schaufel selbst wird mittelst zweier schwerer Ketten bewegt; der vordere Kran ist um seine Achse beweglich. Die Triebvorrichtung besteht in einer im Wagengehäuse untergebrachten Dampfwinde. Um den Apparat in Function zu setzen, wird die Schaufel nach vorne geschoben, gegen die zu lösende Masse gedrückt und alsdann gehoben, so daß sie sich mit Erde füllt.



Einschnittsbetrieb mit dem Osgood'schen Excavator.

Hierauf schwingt sie auf die Seite, wo auf einem zweiten Geleise die Kippwägen, welche das gelöste Material aufzunehmen haben, bereit stehen. Durch Oeffnen einer Klappe an der Unterseite der Schaufel wird deren Inhalt entleert. Die Leistungsfähigkeit beträgt zwei Ladungen in der Minute. Der Apparat ist selbstverständlich nur in Einschnitten für eine doppelgeleisige Bahn verwendbar, da bei Einschnitten für eine eingeleisige Bahn der Raum zur Anlage der Hilfsgeleise fehlen würde.

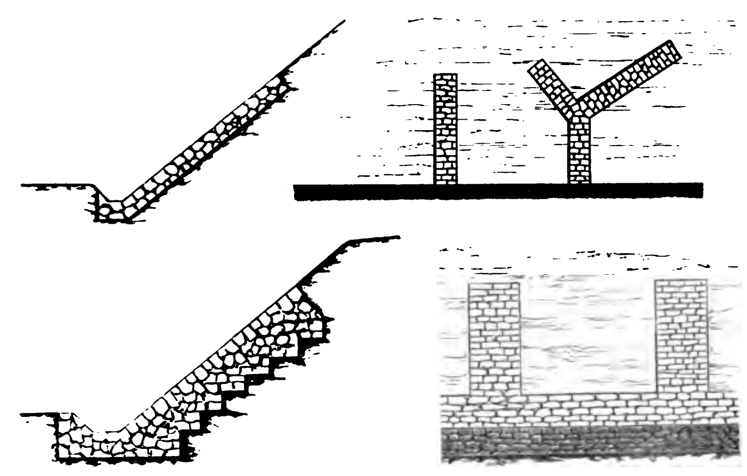
Die Böschungen der Einschnitte bedürfen gewisser Vorkehrungen, welche sie gegenüber den Witterungseinflüssen widerstandskräftiger machen. In der Regel erhalten sie eine Bedeckung mit fruchtbarer Erde, welche dann der Besamung unterzogen wird. Gute Stützpunkte gegen etwaige Beweglichkeit der angeschnittenen Massen geben Rasenstreifen, welche mittelst Holzpflöcken festgemacht werden. Ist

die Böschungsfläche der Besamung nicht leicht zuzuführen, oder steht zu befürchten, daß Niederschläge die Humusdecke wegspülen, so ist es am zweckmäßigsten, eine Abdeckung mit Rasenziegeln vorzunehmen. Man unterscheidet »Flachrasen«, wenn die quadratischen Rasenstücke dicht nebeneinander gelegt und mit Holzpflöcken befestigt werden, oder »Kopfrasen«, wenn man eine Anordnung der Rasenstücke trifft, wie sie in der beigegebenen Figur ersichtlich gemacht ist, nämlich übereinander geschichtet, mit senkrechten oder etwas nach einwärts geneigten Lagen. Außerdem gelangen auch Flechtzäune in Anwendung.



Abdeckung der Böschungen mit Rasenziegeln.

Um die Einschnittsohle vor Durchweichungen zu schützen, ist die Anlage von Seitengräben unerläßlich. Gewöhnlich werden dieselben abgeböscht, doch können Raummangel oder andere Ursachen es als nothwendig erweisen, gemauerte Seiteneinfassungen herzustellen, wie dann auch die Grabensohle überall dort gepflastert werden muß, wo der Wasserzufluß stärker und die Neigung des Grabens



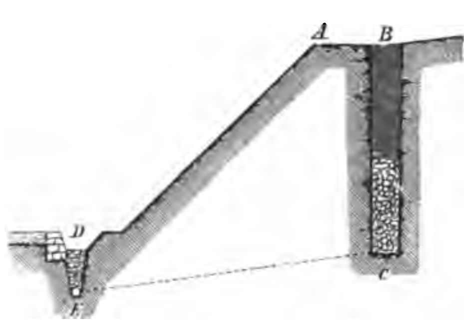
Abpflasterung der Böschungen in Einschnitten.

eine so beträchtliche ist, daß eine Ausspülung der Sohle stattfinden könnte. Der durch die Sohlenpflasterung angestrebte Zweck wird aber nur dann vollkommen erreicht, wenn die Pflasterung auf eine nicht wasserdurchlässige Unterlage zu liegen kommt. Sind die Einschnittsböschungen fließendem Wasser ausgesetzt, so muß letzteres in gepflasterte Abfallrinnen gefaßt und nach den Abzugsgräben hingeleitet werden.

Anders gestalten sich die Schutzmaßregeln, wenn die angeschnittenen Massen an sich wasserhältig sind und durch das Hervorquellen des Grundwassers eine Gefahr für den Bestand der Einschnittsböschungen vorhanden ist. In diesem Falle werden

die einfachen Abfallrinnen nicht genügen, sondern es müssen mehrere derselben derart in Verbindung gebracht werden, daß die verschiedenen Ausbruchstellen miteinander zusammenhängen. Schleichende Sickerwässer, die sich nicht gut fassen lassen, und die Ursachen einer allgemeinen Durchweichung der Böschung sind, bekämpft man am besten durch Anlage von ausgedehnt liegenden Steinkörpern, durch welche die erwünschte Festigkeit der Böschungsflächen erzielt wird. Die Unterlagen dieser Mauerwerkskörper sind dann nicht glatt, sondern treppenartig eingeschnitten.

Alle diese Behelfe betreffen indes nur solche Fälle, in denen es sich um oberflächliche Sickerwasser handelt. Bei völliger Durchweichung der Böschungsmassen muß zur förmlichen Tiefendrainage geschritten werden. Dieselbe besteht, um kurz zu sein, in bis fast auf die Höhe der Grabensohle herabreichenden Sickerschlitzen (in nebenstehender Figur BC), deren untere Hälfte mit Steinen verschüttet, während die obere Hälfte mit Erde abgedeckt wird. Zugleich führt man eine sanft geneigte Dohle zwischen der Sohle des Sickerschlitzes und jener des Abzugsgrabens, welch' letzterer gleichfalls mit Steinen abgedeckt wird.



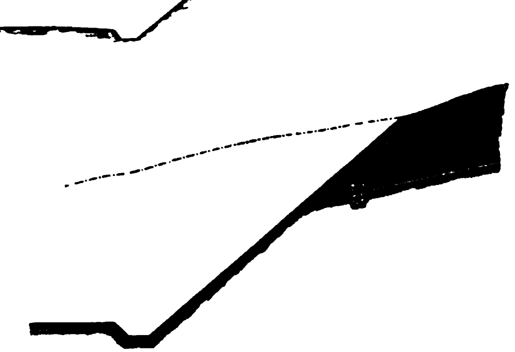
Drainageanlage.

Zuweilen trifft es sich, daß die Durchweichung nur in den oberen Theilen der Böschungskörper auftritt, indem unter diesen Lagen eine undurchlässige Schichte ein tieferes Eindringen des Wassers verhindert. In solchen Fällen wird der auflagernde Theil früher oder später ins Gleiten kommen und das sich ablösende Material die Einschnittsohle und damit die Fahrbahn verschütten. Das einfachste Verfahren zur Bekämpfung dieses Uebelstandes ist der gänzliche Abbruch der betreffenden Bodenoberfläche. Dies ist aber nur dann thunlich, wenn es sich um keine zu große Materialbewegung handelt. In diesem Falle wird man der Rutschfläche durch Anlage einer Dohle (AB in nebenstehender Figur), oder — wenn die Durchweichung tiefer hinabreicht — durch Herstellung einer Längsdohle, d. h. eines Abzugsgrabens, der mit der Bahnachse parallel läuft und ein entsprechendes Gefälle hat, Herr werden. Durch Querabzweigungen, welche da und dort angelegt werden, erfolgt die Ableitung des Wassers in die Bahngräben.

Mehr Verlegenheiten als die vorbesprochenen Zustände, wenn sie von Fall zu Fall an den Böschungen der Einschnitte auftreten, bereiten Durchweichungen der Einschnittssohle, wodurch Quellungen entstehen können. Das radicalste Auskunftsmittel ist die gänzliche Entfernung des ungeeigneten Materials und Ersatz durch ein besseres. Das ist aber nicht jederzeit ohne Zeitverlust oder ohne eine Materialbewegung auf größere Entfernungen zu bewirken. Steinpackungen, insbesondere in Form von nach abwärts gerichteten Bögen, die auf entsprechende Ent-

fernungen durch liegende Mauerwerkskörper versteift werden, wodurch widerstandskräftige Spannungen entstehen, leisten vorzügliche Dienste. In allen minder bedenklichen Fällen muß an eine regelrechte Entwässerung geschritten werden. Das Aufquellen von Grundwasser in der Einschnittssohle ist insbesondere in der kälteren Jahreszeit gefährlich, weil es zur Bildung von Eisklumpen Anlaß giebt, die leicht zu Entgleisungen führen können.

Felsige Böschungen bedürfen einer sehr vorsichtigen Behandlung, vornehmlich wenn die angeschnittenen Flächen kein festes Gefüge besitzen. Aber selbst bei sehr harten Gesteinen werden die Massen durch die Sprengungsarbeiten aus ihrem natürlichen Verbande gebracht und mehr oder weniger gelockert. Vorspringende Blöcke müssen unbedingt entfernt werden. Alsdann sind die Wände genau zu untersuchen, ob sich nicht Stellen mit gelockerter Schichtung vorfinden. Diese Maßregeln genügen indessen nur bei völlig wetterbeständigem Material. Ist dies nicht der Fall und ist man aus irgend einem Grunde gezwungen, sehr steile Böschungen herzustellen, so müssen sie durch fortlaufende Wandmauern gestützt werden. Bei sonst standfesten Felswänden sind die bedenklichen Stellen, insbesondere solche mit Sickerwasser, durch Mauerwerk zu verkleiden, wobei auf die Ableitung des Wassers Bedacht zu nehmen ist. Ist ein Erdschub nicht zu befürchten, so genügen in der Regel schwache Profile; im Gegenfalle muß entweder das Profil an sich, oder in entsprechenden Entfernungen durch Strebepfeiler verstärkt werden.

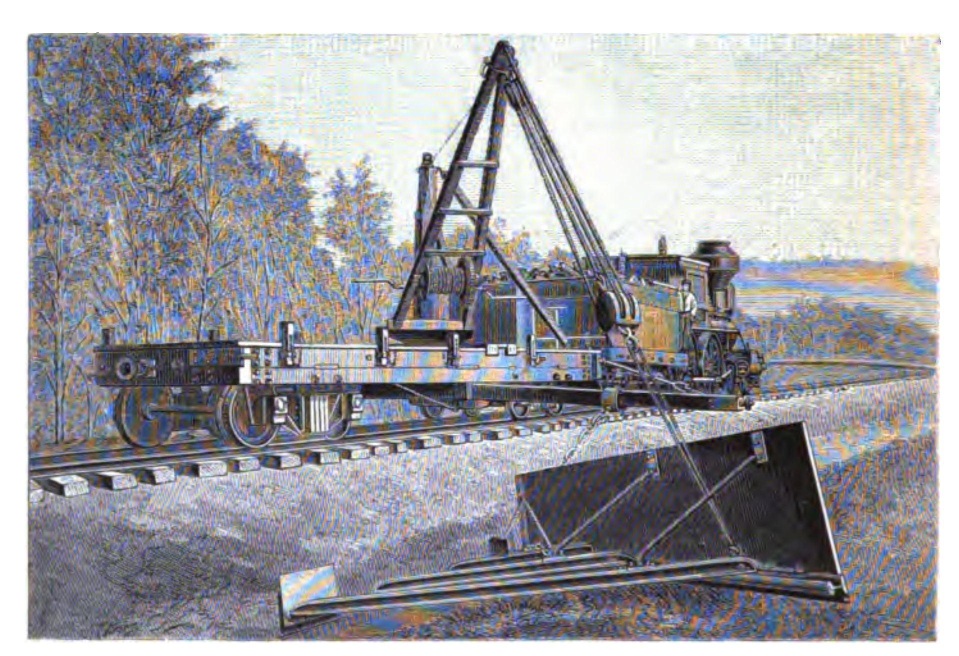


Quer- und Längsbohlen.

Nimmt der Einschnittsbetrieb große Dimensionen an, so gestaltet er sich sehr kostspielig, in felsigem Terrain durch die Schwierigkeiten, welche das zu lösende Material verursacht, in schlechtem Boden durch die bedeutende Abflachung des Profils, was die Grunderwerbung ganz erheblich vertheuert. Bei sehr tiefen Einschnitten kommt noch die Menge des zu bewegenden Materials, welches nicht in gleichem Maße Verwendung für den Auftrag findet, in Betracht. In England ist der Einschnittsbetrieb sehr im Schwunge und hat sich hierselbst eine besondere Baumethode für große und tiefe Einschnitte ausgebildet, welche man geradezu den »englischen Einschnittsbetrieb« nennt. Durch die zu lösende Masse wird ein Stollen durchgetrieben, sodann eine Anzahl von Schachten, welche in ihrem oberen Theile

trichterartige Erweiterungen erhalten, hergestellt. Durch diese Schachte wird der Abtrag hinabgeworfen und fällt in die im Stollen auf einem Interimsgeleise stehenden Rollwagen, um von diesen fortgeschafft zu werden. Diese Methode ist so rationell, daß sie auch außerhalb Englands allenthalben Eingang gefunden hat.

In den Vereinigten Staaten von Amerika weicht man mit ausgesuchter Vorsicht nicht nur allen Einschnitten, sondern auch der Anlage größerer Dämme aus. Man lehnt sich überall möglichst unmittelbar an das vorhandene Terrain an, und man sucht durch scharfe Curven oder starke Steigungen die vorhandenen natürlichen Hindernisse zu überwinden, ohne auf die späteren Bedürfnisse eines



A. E. Buchanan's Pflug zur Herstellung von Bahngräben.

wesentlich leichteren Betriebes Rücksicht zu nehmen. Statt der Dämme baut man mit Vorliebe hölzerne Viaducte (Trestle Works), die indes bei den consolidirten Bahnen rasch verschwinden und durch Eisenconstructionen ersetzt werden.

Auch in Bezug auf Normalprofile des Bahnkörpers oder für den lichten Raum der Bahn bestehen keine bestimmten Vorschriften, die das Wünschenswerthe bezeichnen, und fällt es lediglich dem ausführenden Ingenieur anheim, durch seine praktische Befähigung das angestrebte Ziel mit den geringsten Mitteln zu erreichen. Demgemäß soll die Kronenbreite für das eingeleisige Planum etwa 4·4 Meter, für ein zweigeleisiges etwa 8·2 Meter betragen, und die Böschungen, ausgenommen in den Felseinschnitten, mit $1\frac{1}{2}$facher Anlage hergestellt werden. Thatsächlich ist aber das Planum überall nur so breit, daß die Schwellen eben ein sicheres Auflager

haben. Die Einschnitte sind auf das geringste Maß beschränkt und die Böschungen der Dämme gehen wenig über den natürlichen Ablagerungswinkel der betreffenden Bodenart hinaus.

In neuester Zeit haben wenigstens die consolidirten Bahnen sich dazu gefunden, eine Erhöhung des in der Regel fast auf dem Niveau des natürlichen Bodens befindlichen Bahnkörpers und die Anlage von Abzugsgräben überall dort, wo die Verhältnisse es zwingend erheischen, vorzunehmen. Nach echt amerikanischer Art ist man aber, was die Gräben anbelangt, nicht bei der einfachen Handarbeit stehen geblieben, sondern es wurde ein maschinelles Hilfsmittel herangezogen. Die betreffende Construction rührt von A. E. Buchanan her und wurde zuerst auf der St. Louis-Arkansasbahn erprobt. Der Hauptsache nach besteht dieser Apparat aus einem ungeheuren Pflug von 20 Tonnen Gewicht, der seitlich an einem vierräderigen Plateauwagen aufgehängt ist. Mit Hilfe eines auf dem Wagen montirten Krahnes und eines seitwärts vom Wagen hervorstehenden Trägers wird der Pflug in der gewünschten Lage erhalten. Durch Beschwerung des Wagens mit 10 Tonnen Schienen erhält derselbe die nothwendige Stabilität. Der Wagen, und mit ihm der Pflug, werden von einer Locomotive gezogen. Der Pflug reißt eine 30 Centimeter tiefe und 80 Centimeter breite Furche ein und ein großes Streichbrett wirft die Schollen zur Seite. Mit einem derartigen Apparat kann in 10 Arbeitsstunden ein drei Kilometer langer Graben von den vorstehend angegebenen Dimensionen hergestellt werden.

Mit eigenartigen Verhältnissen hatte man bei der Erbauung der transkaspischen Bahn, welche größtentheils durch Sandwüsten führt, zu rechnen. Um des gefährlichsten Feindes, der sich der Herstellung dieses Schienenweges entgegensetzte, des Flugsandes, Herr zu werden, wurden zwei Methoden eingeschlagen. Die erste bestand darin, daß der Bahnkörper mit Seewasser und einer Lehmlösung begossen wurde. Damit schützte man ihn nun allerdings vor Verwehung, nicht aber vor Versandung. Ueberdies hängt dieses Verfahren von dem Vorhandensein von Lehm und Seewasser ab. Rationeller erwies sich die zweite Methode, das Einlegen von Saxaulzweigen in horizontalen Schichten, deren Enden über die Dammkanten etwas hervorstanden. Nebenher erreichte man den angestrebten Zweck ganz vortrefflich durch Besamung und Bepflanzung mit Sandpflanzen, wozu sich selbstverständlich die einheimischen Arten, wie Tamarix, Saxaul, wilder Hafer am besten eigneten. Gegen die Sandstürme schützte man die Bahn durch Vorrichtungen, welche sich im Principe in nichts von den bekannten Schneewänden unterscheiden.

Rücksichtlich der Massendisposition ist es von Interesse, einen Vergleich zwischen der Erdbewegung bei Bahnen mit normaler und schmaler Spur anzustellen. Bekanntlich ist das Hauptargument zu Gunsten der Schmalspurbahnen das der billigeren Herstellungskosten, wobei auf die schärferen Krümmungen und stärkeren Steigungen, die leichteren Schienen, das kleiner dimensionirte Rollenmaterial u. s. w. hingewiesen wird. Als Hauptvortheil der Schmalspurbahn werden vorzugsweise die

geringeren Unterbaukosten hervorgehoben. Nun ist es einleuchtend, daß eine bedeutende Kostenverringerung nicht unmittelbar der Näherrückung der beiden ein Geleise bildenden Schienenstränge zu verdanken ist. Denkt man sich die Differenz der Spurweite aus der Mitte des normalen Geleises herausgeschnitten, so ist die Ersparniß an Erdarbeit ein Prisma von der Breite dieser Differenz, also beispielsweise von 1·435—0·915 = 0·520 Meter, und der Höhe der Einschnitte oder Aufdämmungen. Beiläufig bemerkt, würde die Ersparniß an Bettungsmaterial, an Schwellen, an Mauerwerk bei Brücken u. s. w. sich ebenfalls auf diese um 0·52 Meter geringere Breite, beziehungsweise Länge, verringern.

Der amerikanische Ingenieur B. H. Latrobe hat schon vor längerer Zeit den ziffermäßigen Nachweis gegeben, daß die Ersparniß an Erdarbeit bei den Schmalspurbahnen gegenüber den Bahnen mit normaler Spur verhältnißmäßig belanglos ist. Er findet für eine eingeleisige Bahn in 1·525 Meter tiefem Einschnitte:

Spurweite in Meter	Breite der Plattform in Meter	Erdarbeit per Kilometer in Cubikmeter
1·435	4·42	9·067
0·915	3·66	7·904

somit eine Differenz zu Ungunsten der Normalspur von . 1·163 Cbm. ($15^1/_2$%).

Für eine zweigeleisige Bahn in 1·525 tiefem Einschnitte:

1·435	7·93	14·413
0·915	6·41	12·090

somit eine Differenz zu Ungunsten der Normalspur von . 2·323 Cbm. ($19^1/_4$%).

Für eine eingeleisige Bahn in 6·10 Meter tiefem Einschnitte:

1·435	4·42	64·159
0·915	3·66	59·512

somit eine Differenz zu Ungunsten der Normalspur von . 4·647 Cbm. ($7^8/_{10}$%).

Für eine zweigeleisige Bahn in 6·10 Meter tiefem Einschnitte:

1·435	7·93	85·548
0·915	6·41	76·249

somit eine Differenz zu Ungunsten der Normalspur von . 9·299 Cbm. ($12^2/_{10}$%).

Es darf aber hierbei nicht übersehen werden, daß die schmale Spur ein viel innigeres Anschmiegen an das Terrain gestattet, indem schärfere Krümmungen und größere Steigungen zulässig sind, daher Erdbewegungen ausgewichen werden kann, die unter sonst gleichen Voraussetzungen bei der normalen Spur nicht zu umgehen sind. In diesem Falle kann, die ungünstigsten Bedingungen angenommen, der Unterbauwerth einer normalspurigen Bahn sich bis auf 30 Procent steigern. In der Regel aber wird die Differenz nicht mehr als 10 Procent betragen. Die Erfahrung hat gelehrt, daß Erdarbeiten, um überhaupt stabil, wetterbeständig und ökonomisch in der Unterhaltung zu sein, eine gewisse Kronenbreite haben müssen; daß ferner

die Distanz zwischen Schiene und Dammkante bei Schmalspur und Normalspur die gleiche sein müsse, um die seitlichen Pressungen der Geleise beim Befahren aushalten zu können, und bei vorkommenden kleinen Abwaschungen und Rutschungen nicht gleich das Geleise zu gefährden; daß endlich weder Schwellen noch Bettung, um dem Geleise die genügende Breitenstabilität zu geben, beliebig mit Abminderung der Spur verkürzt oder verschmälert werden können.

Mit der Herstellung der Einschnitte und Dämme ist der Bahnkörper noch lange nicht vollendet. Zunächst hat man darauf Bedacht zu nehmen, daß das Fließwasser an geeigneten Stellen unterhalb des Bahnkörpers abgeleitet werde, was mittelst der Durchlässe erreicht wird. Die einfache Form, welche bei geringen Wassermengen ausreicht, ist der Röhrendurchlaß. Man verwendet hierzu entweder Röhren aus Gußeisen, Cement oder Thon, oder man mauert die Röhren aus Ziegelsteinen, wobei sie in der Regel ein ovales Profil erhalten. Größere Durchlässe stellt man in Form von gemauerten Canälen mit quadratischem Querschnitt her und deckt sie mit Steinplatten ab. Man spricht dann von »Plattendurchlässen«. Wird das Profil des Durchlasses größer, so wählt man den »offenen Durchlaß«, welche Bezeichnung daher rührt, daß die Abdeckung lediglich aus den Bohlen besteht, die zwischen den Schienen, beziehungsweise den sie tragenden eisernen Trägern gelegt werden. Die letzteren stützen sich auf kleine senkrechte Mauerwerkskörper. Die lichte Weite solcher Durchlässe soll nie mehr betragen als die normale Entfernung der Querschwellen. Noch größere Durchlässe erhalten die Gestalt kleinerer gemauerter Brücken und werden als Tonnengewölbe ausgeführt.

In Amerika pflegt man den offenen Durchlässen keinen Bohlenbeleg zu geben sofern sich dieselben zur Seite von Wegübergängen befinden. Es entspricht dies einer anderen Einrichtung, welche lediglich dem Zwecke dient, das Vieh vom Bahnkörper abzuhalten. Die Entschädigungen, welche manche Bahnen in früherer Zeit für durch ihr Verschulden beschädigtes oder getödtetes Vieh jährlich zu zahlen hatten, erreichten oft erhebliche Summen, ganz abgesehen davon, daß solche Zwischenfälle häufig Unglücksfälle und Betriebsstörungen im Gefolge hatten. Die Entschädigungssumme betrug mitunter in einem Jahre bei einer und derselben Bahn an 50.000 Dollars.

Da nun das Weidevieh erfahrungsgemäß das Bahngeleise am häufigsten an jenen Stellen betritt, wo die Bahn nahezu im Niveau des Terrains geführt ist, somit auch von den zwischen Einschnitt und Aufdämmung liegenden Durchgangspunkten, so wird an solchen Stellen die Continuität der Bahn durch einen Quergraben unterbrochen und demselben die Form eines gewöhnlichen offenen Durchlasses gegeben.

Diese Vorrichtung wird »Cattle-Guards« genannt. Wie die Erfahrung zeigt, wird das Vieh durch solche Unterbrechungen nicht nur abgehalten, von den Nullpunkten aus auf die Bahn überzutreten, sondern es verläßt auch, wenn es auf seiner im Bahngeleise begonnenen Flucht vor einem Zuge solche Unterbrechungen

begegnet, das Geleise, und entgeht dadurch der Tödtung oder Verstümmelung. Durch Anbringung der großen Bahnräumer an der Vorderseite der Locomotive trachtet man, solche Begegnungen wenigstens für die Sicherheit des Zuges minder gefährlich zu machen. Die Thiere werden natürlich arg beschädigt bei Seite geschafft, wenn sie mit dem »Cow-Catcher« in Berührung kommen.

Bei den meisten großen europäischen Bahnen wird der Zugang zum Bahnkörper durch Einfriedungen abgewehrt. Eine Ausnahme machen Nebenbahnen mit geringem Verkehr, beziehungsweise Secundärbahnen, bei denen jede Kostenersparniß von principieller Wichtigkeit ist. An Wegübergängen oder anderen Stellen, welche dem sonst streng verbotenen Betreten des Planums ausgesetzt sind, werden bei den Hauptbahnen Wegschranken von mannigfacher Construction angebracht, auf den Secundärbahnen Pfähle mit Tafeln eingerammt, welche die Warnung »Achtung auf den Zug« o. dgl. enthalten. In Amerika stehen diese Tafeln in einiger Entfernung zu beiden Seiten der Wegübersetzung und dienen zur Orientirung des Locomotivführers, indem sie ihn an das zu gebende Zeichen mahnen. Zu diesem Ende zeigen die Tafeln entweder ein W (Whistel = Pfeife) oder ein B (Bell = Glocke).

Im Allgemeinen herrscht in den Vereinigten Staaten rücksichtlich des Bahnabschlusses eine große Sorglosigkeit. Selbst im Weichbilde der großen Städte findet man auf viele Kilometer Länge im Niveau der Straßen, längs derselben und quer durch dieselben führende Bahngeleise, auf welchen zahlreiche Züge verkehren. Anderseits haben die großen Bahnen aus Anlaß der Erbauung neuer Centralbahnhöfe durch Tieferlegen der Bahn und durch Hebung der dieselben kreuzenden Straßen dem Uebelstande der Niveaukreuzungen abgeholfen. Wo die herkömmlichen Verhältnisse fortbestehen, ist bei den frequentirtesten Uebersetzungen ein Wächter postirt, der mit einer weißen oder rothen Fahne dem Publicum, beziehungsweise dem Maschinenpersonal charakteristische Zeichen giebt. Außerdem sind die bekannten Warnungstafeln mit entsprechender Inschrift, etwa: »Lock out for the Locomotive«, aufgestellt.

2. Der Tunnelbau.

Wenn das äußere Bild einer Bahnanlage — ihre mächtigen Aufdämmungen, ihre Schlangenwindungen an den Gehängen, der Schwung ihrer schlanken eisernen Brücken und hochbogigen Viaducte — gewissermaßen deren ästhetischer Ausdruck ist, in welchem vornehmlich die Anmuth der Linien und die Abwechslung in den Formen hervortritt, repräsentirt andererseits der Tunnelbau das technische Kraftmoment. Die unterirdisch liegenden Strecken einer Eisenbahn sind dem Auge un-

sichtbar; selbst die kühnste Anlage dieser Art entzieht sich der sinnlichen Wahrnehmung. Der Beschauer sieht nichts als ein dunkles Thor, in welchem ein Zug verschwindet, und wenn sein eisendröhnendes Leben allmählich in leiser werdenden Schallwellen erstirbt, wird sein Verschwinden in der Nacht des Gebirges nur mehr durch die aus dem schwarzen Mundloche hervorschwebenden Rauchwolken verrathen.

Der Laie in Eisenbahndingen, der in eine solche Pforte der Unterwelt hineinschaut, macht sich in der Regel keine zutreffende Vorstellung von der Leistung, die der Tunnelbau repräsentirt. Jeder Bau über Tag ist der allgemeinen Controle ausgesetzt, man sieht ihn allmählich aus dem Boden herauswachsen, man überschaut das Gewimmel der Arbeiter auf den Rüstungen, bewundert das Werden der kühnen Eisenconstructionen und ist vermöge dessen im Stande, sich ein Bild von der Gesammtleistung zurechtzulegen. Anders steht es mit unterirdischen Bauten. Der Arbeitsraum ist dem Nichtbetheiligten nicht zugänglich, und ist der Tunnel vollendet, so beschränkt sich die nähere Bekanntschaft mit demselben auf die Fahrt durch den finsteren Stollen. Auf Gebirgsbahnen mit complicirter Tracenführung zerbricht sich der Eine oder der Andere den Kopf, in welchem Zusammenhange die vielen dunklen Tunnelmündungen da und dort, über- und nebeneinander, hüben und drüben eigentlich stehen, und wenn er sich mehreremale mit dem dahinhastenden Zuge förmlich im Kreise herumgedreht hat, verliert er alle Orientirung, gleich dem Kinde im Blindekuhspiele.

In der That unterscheidet sich der Tunnelbau früherer Zeit in seinem handwerksmäßigen Betriebe mit Schlägel und Eisen von den kunstvollen Leistungen der Gegenwart wie der Strumpfwirker von einer Dampfspinnerei. Zwei Momente stellen den modernen Tunnelbau in den Vordergrund der Eisenbahntechnik: erstens die Einschaltung der unterirdischen Strecken in die mitunter höchst complicirten Tracenführungen bei Gebirgsbahnen, zweitens die maschinellen Hilfsmittel, welche die Durchführung dieser Dispositionen gestatten. Das erstere wird durch die sinnreiche Anordnung von Schleifen und Spiralen erreicht, dessen Grundtypus der sogenannte »Kehrtunnel« ist. Die maschinellen Hilfsmittel wieder machen die Bauausführung unabhängig von der Länge der unterirdischen Strecken.

In ihrer Gesammtheit kennzeichnet die heutige Tunnelbautechnik das potencirteste Vermögen, gegebene Hindernisse in der Anlage von Schienenwegen zu überwinden. Zwar hat sich die Brückenbautechnik diesfalls fast als ebenbürtig erwiesen. Aber die Grenzen, die der letzteren gesteckt sind, ergeben sich naturgemäß aus der Plastik des Terrains und aus den Zweckmäßigkeitsgründen. Der Aufwand colossaler Massen von Stahl und Eisen, wie er in einigen der neuesten Brückenbauten zum Ausdrucke kommt, die Gefahren für die Stabilität, die Veränderlichkeit des Materials auf Grund der auf dasselbe wirkenden äußeren Einflüsse und manches Andere setzen der Entfaltung der Brückenbaukunst weit eher Schranken, als den unter Tag liegenden Bauausführungen. Anderseits gestatten jene in den meisten Fällen eine weitgehende Ausnützung mechanischer Hilfskräfte, was bei der

Beengtheit des Raumes unter der Erde nicht möglich ist. Die Brückenbaukunst wird vorwiegend gestützt durch mathematisches Wissen, indem sie die aufeinander wirkenden Druck- und Zugkräfte ins Gleichgewicht bringt und gewaltige Massen durch Stabilitätsgesetze entlastet, wogegen der Tunnelbaukunst ein hoher Grad von materieller Kraftleistung zukommt.

Dementsprechend verdankt die letztere die großen Triumphe, die sie in der Neuzeit errungen hat, weniger der kühnen Disposition der einzelnen Tunnelanlagen zueinander, d. i. ihrer Ausnützung zur Entwickelung der Trace in Gestalt von unterirdischen Spiralen und Schleifen — wie sie in schier raffinirter Weise auf der Gotthardbahn verwirklicht wurden —, sondern hauptsächlich der modernen Bohrtechnik. Dynamit, Sprenggelatine und Bohrmaschinen sind die unüberwindlichen Waffen des Tunnel-Ingenieurs. Und es sind in der That Waffen, denn der Tunnelbau ist ein wirklicher Kampf, nicht figürlich genommen, sondern ausgedrückt durch die maschinellen Angriffe, welche sich gegen ein Widerstand leistendes Hinderniß richten. Bei keiner Arbeit über Tag werden die Gemüther so erregt, die Nerven in Bezug auf ihre Widerstandskraft derart auf die Probe gestellt, als im finsteren Stollen vor der ehernen Brust des Gebirges, gegen welche die Stahlbohrer mit furchtbarer Energie wettern.

Bevor wir auf diesen Gegenstand näher eingehen, ist es unerläßlich, einen Blick auf die Elemente des Tunnelbaues zu werfen. Wie alle Zweige der Eisenbahntechnik hat auch der Tunnelbau seine Ausgestaltung nicht in schablonenmäßiger Weise erfahren, sondern sich in den einzelnen Ländern auf Grund der zu lösenden Aufgaben, beziehungsweise an der Hand der bis dahin in der Bergbaukunde gewonnenen Erfahrungen entwickelt. Die Art der Bauausführung ist demgemäß sehr verschieden, sowohl in Bezug auf die Lösung des Gebirges, d. h. die eigentliche Ausbruchsarbeit, als was die Fortschaffung des gelösten Materials, die Zimmerung des ausgebrochenen Raumes, die Art der Ausmauerung u. s. w. anbelangt. Aus der Menge der sich diesfalls ergebenden Combinationen lösen sich indes vier sogenannte »Tunnelbaumethoden« ab, welche nach denjenigen Ländern, in denen sie zur Anwendung kamen und in der Folge consequent durchgeführt wurden, ihre specielle Bezeichnung erhielten. In diesem Sinne spricht man von einer englischen, belgischen, deutschen und österreichischen Tunnelbaumethode. Die Unterscheidungsmerkmale beziehen sich auf den Vorgang bei der Durchführung des vollen Tunnelausbruches und auf die Art und Weise, wie die Mauerung hergestellt wird.

Zur Kennzeichnung dieses Unterschiedes sei zunächst auf die elementare Bauausführung eines Tunnels hingewiesen. Jeder Laie weiß, daß beim Beginne der Arbeit nicht sofort der Ausbruch des vollen Tunnelprofils bewirkt, sondern ein sogenannter Richtstollen durch das Gebirge getrieben wird. Sein Name besagt, daß er die Linie des auszuführenden Tunnels einzuhalten hat, und zwar entweder auf Grund der oberirdisch vorgenommenen Absteckung, oder, wo dies aus Anlaß der örtlichen Verhältnisse nicht möglich ist, mit Hilfe trigonometrischer Vermessung.

In der Regel wird es möglich sein, den Richtstollen von den beiden Enden des künftigen Tunnels her in Angriff zu nehmen. Bei großen Tunnels ist dies eine der wichtigsten Vorbedingungen behufs Beschleunigung der Bauausführung; sie erfordert aber zugleich einen hohen Grad von Vorsicht und Genauigkeit der leitenden Ingenieure, damit die beiden Stollen genau aufeinanderstoßen. Bei einem geradlinigen Verlauf der Tunnelachse ist diese Aufgabe minder schwierig als bei den in neuester Zeit so beliebten Kehr- und Spiraltunnels, deren Sohle zudem meist ein bedeutendes Neigungsverhältniß aufweist. Bei großen Tunnels, deren Enden in Curven liegen, werden Nebenstollen in der Achse des geradlinigen Haupttheiles hergestellt. So befand sich am St. Gotthard bei Airolo ein Observatorium in der Richtung des Richtstollens, von dem aus der geradlinige Fortschritt controlirt wurde. Vom Eingange des Nebenstollens konnte die Richtungs- und Centralvisur bis zu dem Punkte stattfinden, wo die geradlinige Achse in die Curve übergeht.

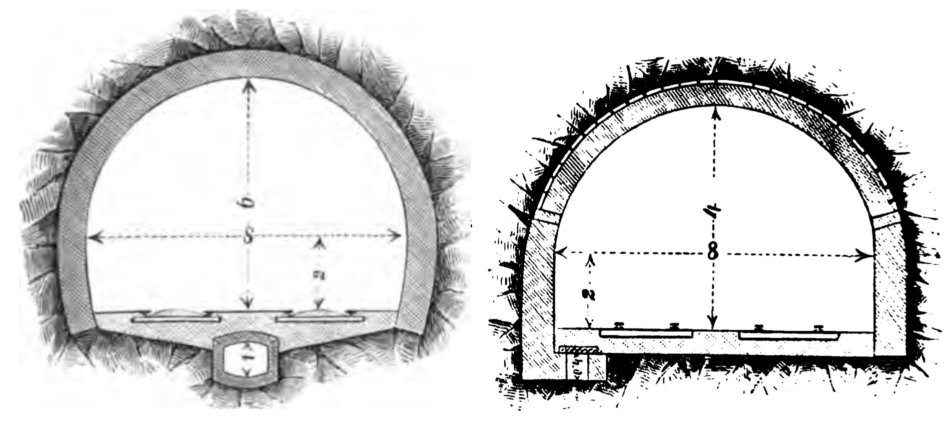
Je mehr Angriffspunkte zur Herstellung des Richtstollens die örtlichen Verhältnisse darbieten, desto rascher wird die Arbeit von Statten gehen. Die Vermehrung der Angriffspunkte wird theils durch Seitenstollen, theils durch sogenannte Tunnelschachte erzielt. Erstere, welche nur in dem Falle durchführbar sind, wenn der herzustellende Tunnel in einer Berglehne liegt, werden von dieser aus senkrecht gegen die Tunnelachse vorgetrieben und der Stollenausbruch sodann nach beiden Seiten hin bewirkt. Es ergeben sich hierbei mehrere Durchschlagsstellen, welche zwischen zwei solchen Angriffspunkten, beziehungsweise zwischen ihnen und den äußersten Mundlöchern liegen. Die Tunnelschachte sind nur dort ohne übermäßigen Kostenaufwand herstellbar, wo die Mächtigkeit des über der Tunnelachse sich erhebenden Gebirges das Maß der Zulässigkeit nicht überschreitet.

Die Terrainverhältnisse bringen es häufig mit sich, daß der Stollen nicht unmittelbar am künftigen Mundloche des Tunnels in Angriff genommen werden kann, sondern der Zugang durch sogenannte Voreinschnitte erst geschaffen werden muß. Sind dieselben lang und tief, so empfiehlt es sich, statt sie »aufzuschlitzen«, einen »Einschnittsstollen« vorzutreiben, der weiterhin am zweckmäßigsten nach dem früher besprochenen englischen Einschnittsbetriebe abgebaut wird. Erhält der Einschnittsstollen eine außergewöhnliche Länge, so wird man überdies in der Verticalen über dem künftigen Tunnelmundloche einen Schacht — den sogenannten »Mundlochschacht« — abteufen. Vom Fuße des letzteren aus wird sowohl der Richtstollen in der Tunnelachse als der Einschnittsstollen gegen den Fuß der Voreinschnittes hin vorgetrieben. Es ergeben sich diesfalls drei Angriffspunkte, was zur Beschleunigung der ganzen Arbeit wesentlich beiträgt.

Die Führung des Richtstollens ist nicht so aufzufassen, als handelte es sich lediglich um dessen Herstellung, ohne vorläufige Berücksichtigung des vollen Ausbruches. Es ist gerade das Entgegengesetzte der Fall: mit dem Fortschreiten des Stollenbaues geht nicht nur der Ausbruch auf das volle Tunnelprofil, sondern

auch die Mauerung — sofern dieselbe überhaupt nothwendig sich erweisen sollte — Hand in Hand. Ein Tunnelbau wird sonach in den meisten Fällen die verschiedenen Stadien des Stollendurchschlages, des vollen Ausbruches und der Mauerung aufweisen, welche von der Stollenbrust bis zum Mundloche in entsprechenden Entfernungen aneinander anschließen. Von größter Wichtigkeit, nicht nur für die Förderung des gelösten Gebirges, sondern auch für die Materialzufuhr, ist das zweckmäßige Ineinandergreifen aller Hilfsmittel des Baubetriebes, wozu in erster Linie die Seitenstollen und die Tunnelschachte zu zählen sind.

Wir müssen nun noch ein Detail hervorheben, dem in den früher erwähnten Tunnelbaumethoden eine große Rolle zufällt. Es ist dies die Lage des Richtstollens zur Tunnelachse. Liegt der Richtstollen auf der Sohle des herzustellenden Tunnels, so führt er die Bezeichnung Sohlenstollen, dagegen Firststollen, wenn er im



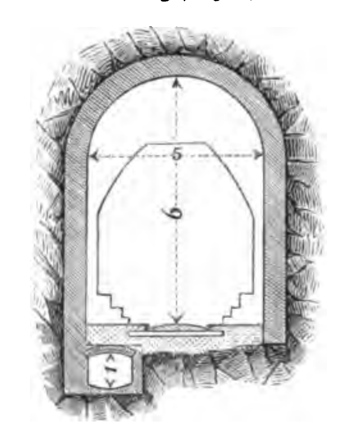
Zweigeleisiges Tunnelprofil. Tunnelprofil der Gotthardbahn.

Scheitel des Tunnels vorgetrieben wird. Die Frage: ob »Sohlenstollen oder Firststollen«, hat die Gemüther in der technischen Welt zu Zeiten sehr erhitzt und sie ist bis auf den Tag unentschieden geblieben. Jede dieser beiden Anlagen hat ihre Vor- und Nachtheile, und hängt es ganz wesentlich von der Beschaffenheit des zu lösenden Gebirges, beziehungsweise von den allgemeinen Baudispositionen ab, welche Methode jeweilig in Anwendung zu kommen hat. Der Sohlenstollen gestattet eine raschere Materialförderung und rationellere Entwässerung, wogegen der Firststollen rücksichtlich des Vollausbruches im Vortheil ist.

Mit dieser Frage stehen die mehrgenannten Tunnelbaumethoden im Zusammenhange, jedoch nicht in dem ausschlaggebenden Maße als gemeinhin angenommen wird. Bei der englischen Methode wird als Richtstollen ein Sohlenstollen vorgetrieben, von diesem werden senkrechte Schachte nach aufwärts hergestellt und nun auch ein Firststollen nachgetrieben. Alsdann werden die obersten Kronenbalken der Zimmerung eingelegt, der Vollausbruch nach beiden Seiten durchgeführt und das ganze Joch eingebaut. Sowohl dieser Vorgang als der der Mauerung beschränken

sich jederzeit auf bestimmte kurze Strecken (3 bis 8 Meter), welche man »Zonen« nennt. Dem Systeme kommt der Vortheil großer Sicherheit bei minder standfestem oder beweglichem Gebirge zu, erfordert aber einen steten Wechsel der beschäftigten Arbeiter, indem bald nur Erdarbeiter, bald nur Maurer in Verwendung kommen.

Der belgischen Tunnelbaumethode kommt das charakteristische Merkmal zu, daß vom vorgetriebenen Firststollen aus sofort der Ausbruch der oberen Hälfte des Tunnelprofils erfolgt (»Calotte«) und gleichzeitig die Mauerung in Angriff genommen wird. Da diese auf dem noch nicht ausgebrochenen unteren Theile des Tunnelprofils aufruht, muß das Gewölbe beim Fortschreiten des Baues unterfangen werden. Zu diesem Ende wird vom Firststollen aus der Sohlenschlitz hergestellt und von diesem der Vollausbruch zunächst nach der einen Seite des Gebirges bis zum Fuße des Gewölbes, das mit starken Bäumen gestützt (»unterfangen«) wird, bewirkt. Hierauf wird das Widerlager eingesetzt. In gleicher Weise verfährt man auf der entgegengesetzten Seite des Sohlenschlitzes. Die belgische Tunnelbaumethode gestattet übrigens auch die Anwendung des Sohlenstollens, indem man von diesem aus senkrechte Schachte herstellt, um mittelst eines gleichzeitig vorzutreibenden Firststollens den Ausbruch der Calotte, beziehungsweise der Mauerung vornehmen zu können.



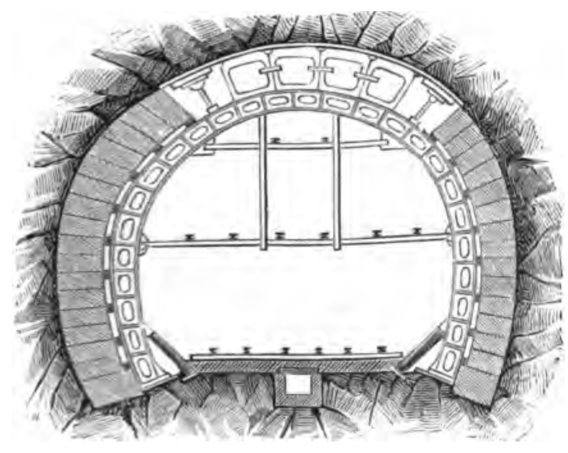
Eingeleisiges Tunnelprofil.

Was nun die deutsche Tunnelbaumethode anbetrifft, kommt sie ihrer Kostspieligkeit halber fast gar nicht mehr in Anwendung. Sie ist die älteste Tunnelbaumethode und verdankt ihren Ursprung einem unter besonderen Erschwernissen durchgeführten Bau, den im Schwimmsande hergestellten Königsdorfer-Tunnel der Köln-Achener Bahn (1837). Das Principielle dieser Methode besteht darin, daß neben dem Firststollen seitliche Sohlenstollen vorgetrieben werden, so daß an Stelle des eigentlichen achsialen Sohlenstollens ein Erdkörper — der sogenannte »Kern« — zurückbleibt, welcher der Zimmerung zur Stütze dient. Das letztere kann unter Umständen sehr problematisch werden, wenn das Ausbruchsmateriale nicht sehr widerstandsfähig ist, in welchem Falle der Kern dem Zerdrücken ausgesetzt ist. Die Mauerung beginnt mit den Widerlagern und schreitet gegen den Scheitel hin vor.

Was schließlich die österreichische Tunnelbaumethode anbetrifft, erscheint dieselbe deshalb besonders rationell, weil sie durch Abstufung der Baustadien vom nachgetriebenen Sohlenstollen zum vollen Ausbruch, zu der Zimmerung und Mauerung eine sehr zweckmäßige Ausnützung der Arbeitskräfte zuläßt. Mit der Mauerung wird (wie bei der englischen Methode) erst nach dem Vollausbruch begonnen, jedoch nicht auf kurze Zonen, sondern auf längeren Strecken, wobei also ein Wechsel von Erdarbeitern und Maurern nicht stattzufinden braucht. Bei beweglichem

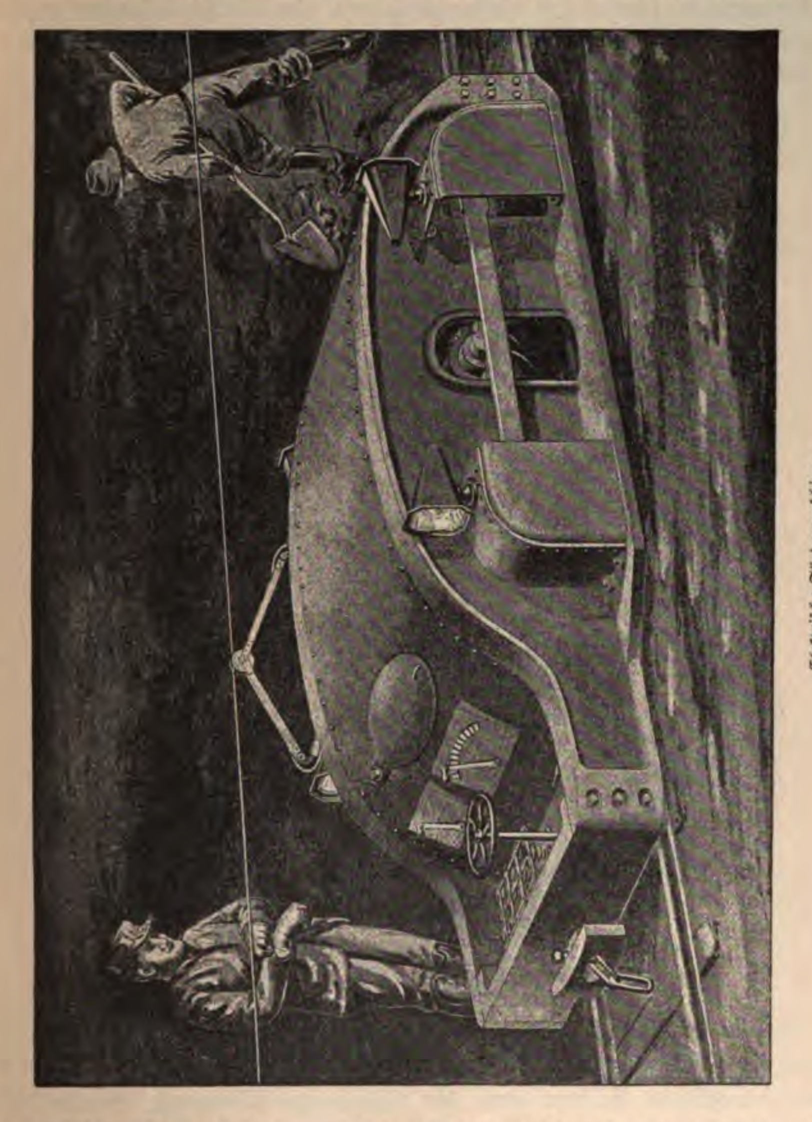
Gebirge bringt indes diese Methode mehr als irgend eine andere die Gefahr von Einstürzen während des Vollausbruches mit sich. Wo die Möglichkeit solcher Zwischenfälle von vornherein erkannt wird, bietet indes gerade diese Methode mit ihrer ausgezeichneten und widerstandskräftigen Zimmerung die Gewähr einer erfolgreichen Bekämpfung schwimmenden oder druckweichen Gebirges.

Neben der Einrüstung des Tunnels aus Holz hat diejenige aus Eisen, trotz der vielen Vortheile, die sie darbietet, wenig Verbreitung gefunden. Ihr Erfinder ist der österreichische Ingenieur Rźiha, eine Autorität ersten Ranges auf dem Gebiete des Tunnelbaues. Ihrem Wesen nach besteht diese Methode darin, daß das Gebirge des Vollausbruches durch eiserne Bogen getragen wird, die aus zwei Rahmen bestehen, von welchen der innere die Bestimmung hat, den eingesetzten Werkstücken (oder Ziegeln) der Gewölbsmauerung als Lehrgerüste zu dienen. Der äußere Rahmen, welcher sich an den inneren dicht anschmiegt, besteht aus einem Kranze von rahmenförmigen, einzeln löslichen Stücken. Der ganze Kranz stemmt sich unmittelbar an das Gebirge. Durch das successive Auslösen dieser kleinen Rahmen und Ersetzung durch die Mauerung, kommt diese zuletzt ganz auf den inneren Hauptrahmen zu ruhen, der also, wie erwähnt, als Lehrgerüste figurirt, und erst dann zur nächsten Baustrecke verwendet wird, wenn der betreffende Gewölbsring geschlossen ist. Zur Erleichterung der Arbeit werden innerhalb des inneren Rahmens in entsprechender Höhe horizontale Träger aus alten Eisenbahnschienen und auf diesen die Arbeitsgeleise für die Förderkarren angebracht.


Rźiha's eiserne Tunnelbaumethode.

Ueber die Förderung des Ausbruches aus dem Tunnelraume ist nichts besonderes zu sagen. Je nach den Umständen, wobei die Länge der Bohrung von ausschlaggebender Wichtigkeit ist, wird man sich entweder der thierischen oder maschinellen Kraft als Fördermittel, beziehungsweise beider zugleich bedienen, indem im Richtstollen Pferde, im Vollausbruch und in den ausgemauerten Strecken Locomotiven zur Verwendung gelangen. Der Rauch der Dampf-Locomotiven bildet eine große Erschwerniß für ihre Verwendung in größeren Tiefen und hat man dieselben mit Vortheil durch Luft-Locomotiven ersetzt, z. B. am Gotthard, wo die Dampf-Locomotiven nur auf Entfernungen bis höchstens 4 Kilometer (in der Regel nur halb so weit) vom Tunnelportal aus verkehrten.

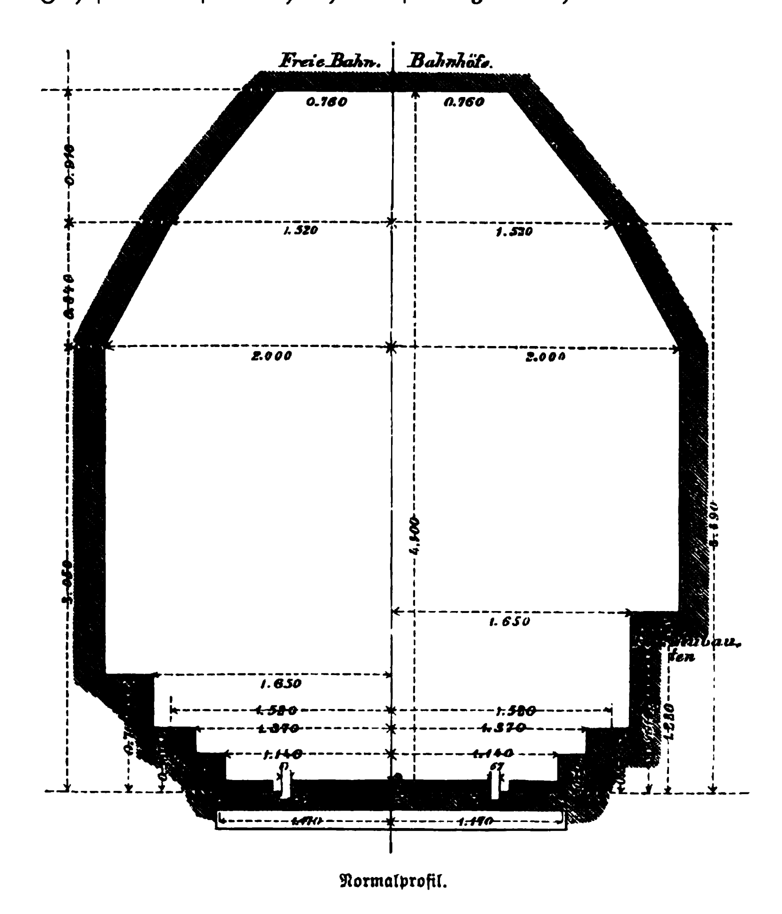
In neuester Zeit ist in Nordamerika eine elektrische Fördermaschine in Aufnahme gekommen, die jedoch, wie es scheint, zur Zeit mehr für Minenzwecke als im Tunnelbau Verwendung gefunden hat. Ihr Erfinder ist Thomson van



Elektrische Fördermaschine.

Porte. Die äußere Erscheinung dieser Fördermaschine ist aus der beigegebenen Bildung zu ersehen. Ein schwerwiegender Uebelstand ist, daß der Motor nicht ch Accumulatoren, sondern (wie bei den elektrischen Eisenbahnen) durch eine tung, welche mit der Maschine durch eine entsprechende Vorrichtung in Contact ht, bewegt wird. Da das Leitungskabel der Natur der Sache nach sehr tief

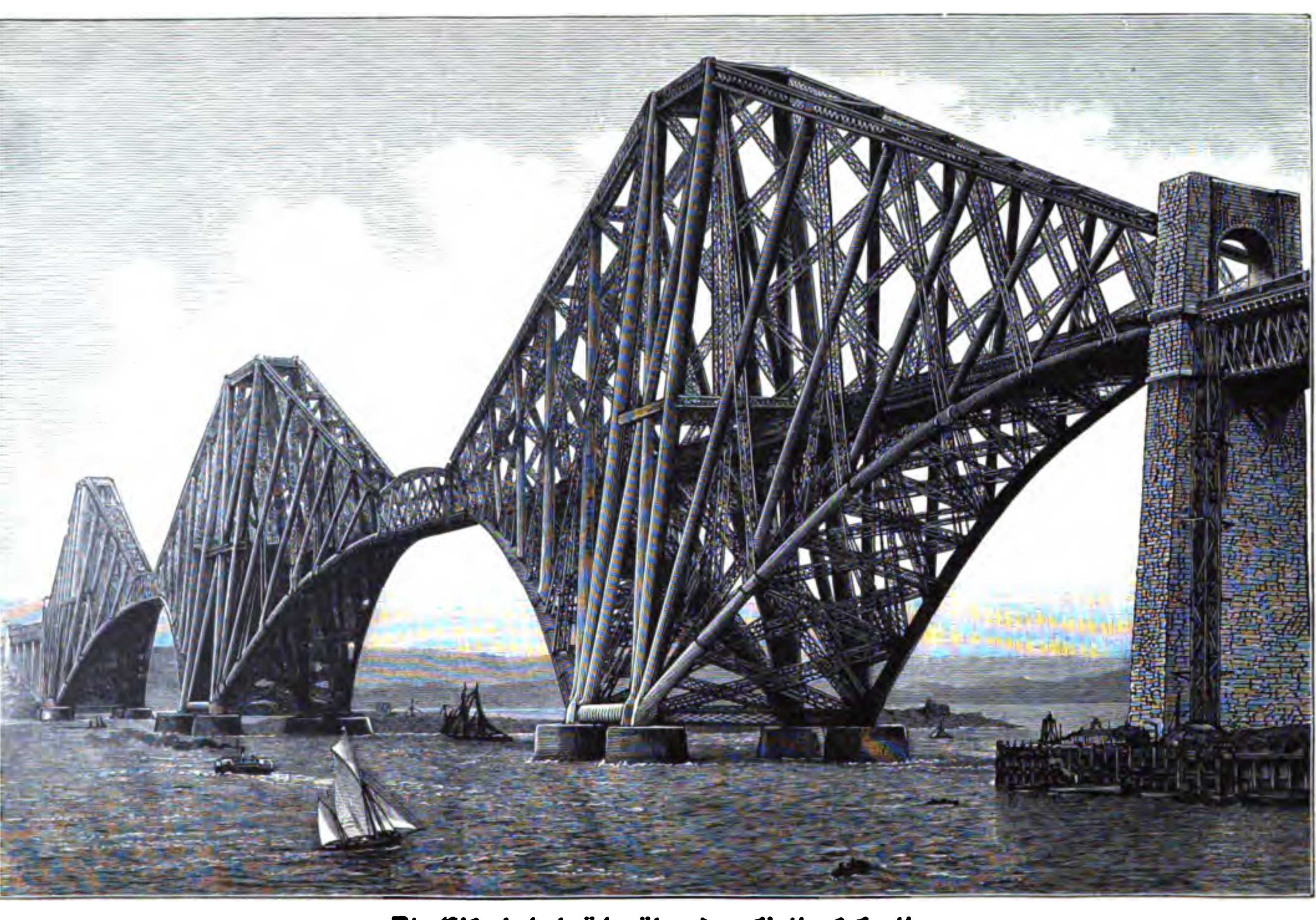
hängt, sind die Arbeiter, sofern sie nicht die größte Vorsicht beobachten, beständig der Gefahr ausgesetzt, mit dem Kabel in Berührung zu kommen und zu verunglücken. Den größten Maschinen dieser Art, welche die Höhe von einem Meter nicht überschreiten, kommt eine Leistungsfähigkeit von 60 Pferdekräften zu. Durch paarweise an der Vorder-, beziehungsweise an der Rückseite angebrachte Reflectoren wird die Fahrstrecke auf beträchtliche Entfernung beleuchtet.



Normalprofil.

Was die Tunnelmauerung anbetrifft, hängen ihre Dimensionen, beziehungsweise die Art der Ausführung mit den örtlichen Verhältnissen zusammen. Bei druckreichem, beweglichem Gebirge muß die vollständige Mauerung, eventuell in den stärksten Dimensionen, durchgeführt werden. Ist von der Tunnelsohle her ein Auftrieb zu befürchten, so muß auch unter diese ein flaches, nach abwärts gekrümmtes Gewölbe hergestellt werden.

Mit diesem Sachverhalte hängt zum Theile der Querschnitt des lichten Raumes, das Profil, zusammen, in dem man bei schwierigen Verhältnissen demselben



Die Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth.

eine fast kreisförmige, bei vorherrschendem Verticaldruck eine mehr eirunde Form giebt. Obwohl die Profile der Tunnels im Allgemeinen keine Einheitlichkeit aufweisen, liegt denselben gleichwohl ein bestimmtes Maß zu Grunde, d. h. die Dimensionirung eines Luftraumes, welcher von den Fahrzeugen beim Durchlaufen in Anspruch genommen wird. Man nennt dies das »Normalprofil des lichten Raumes«. Der Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat nach langwierigen, umfangreichen Verhandlungen ein Normalprofil aufgestellt, das in der beigegebenen Zeichnung wiedergegeben ist, und selbstverständlich nicht nur für die Tunnels, sondern für alle Durchfahrten (Brücken, Einschnitte), für die Entfernung der Geleise von einander und Distanzirung der Hochbauten zur Seite der Schienenstränge Giltigkeit hat. Das Erforderniß des lichten Raumes ist aber in einzelnen Fällen ungleich und so hat Folgendes zu gelten. Das Normalprofil des für die freie Bahn mindestens offen zu haltenden lichten Raumes ist das auf der beigegebenen Darstellung links gezeichnete, wobei auf die Spurerweiterung und die Geleisüberhöhung in den Krümmungen Rücksicht zu nehmen ist. Für diejenigen Geleise der Bahnhöfe, auf welchen Züge bewegt werden, ist das rechts gezeichnete Profil unter gleichzeitiger Berücksichtigung der vorerwähnten Factoren in Krümmungen einzuhalten. Im Durchschnitte hat das eingeleisige Tunnelprofil eine Breite von 5 Meter, das zweigeleisige eine solche von 8 Meter; die Höhe beträgt bei beiden etwa 6 Meter.

Die Tunnels erhalten an ihren Mundlöchern solid gemauerte Portale von einfacher architektonischer Ausstattung, die sich indes nach den jeweiligen Bedürfnissen richtet und wobei in erster Linie der Zweckmäßigkeit Rechnung getragen wird. Damit im Zusammenhange steht die Mauerung des Voreinschnittes, die Führung ihrer Krone in aufsteigender Linie oder treppenartig, die Abdeckung der Wölbung mit Gesimsen oder mit einem starken Ueberbau als Stütze für das nachdrängende Erdreich u. dgl. m. Die Anbringung von Flügelthoren an den Portalen zu dem Zwecke zeitweiliger Absperrung der Mundlöcher kommt nur ausnahmsweise vor.

Die Zahl der in einer Bahn liegenden Tunnels ist insbesondere in Gebirgsgegenden eine sehr beträchtliche. So liegen beispielsweise in der durch ihre landschaftlichen Reize hervorragenden, sowie als technischer Typus bemerkenswerthen Semmeringbahn 15 Tunnels, die zusammen allerdings nur eine Länge von 4267 Meter haben, wovon 1428 Meter auf den Haupttunnel entfallen. In der Brennerbahn liegen 22 Tunnels mit einer Gesammtlänge von 5232 Meter, in der Mont Cenisbahn 38 mit 23.814 Meter Dunkelraum (von welchen 12.233 Meter auf den großen Tunnel entfallen), in der Gotthardbahn 53 Tunnels mit einer Gesammtlänge von 40.718 Meter (einschließlich des 14.990 Meter langen Haupttunnels), in der Schwarzwaldbahn 38 Tunnels mit zusammen 9475 Meter Länge. Sehr tunnelreich sind ferner einige die Apenninen überschreitende Bahnen, die durch ihre großartigen Kunstbauten aus-

gezeichnete Pontebbabahn, dann der längst der weltberühmten Riviera ziehende Schienenweg u. s. w.

Die zur Zeit bestehenden zehn längsten doppelgeleisigen Tunnels auf der ganzen Erde sind die folgenden:

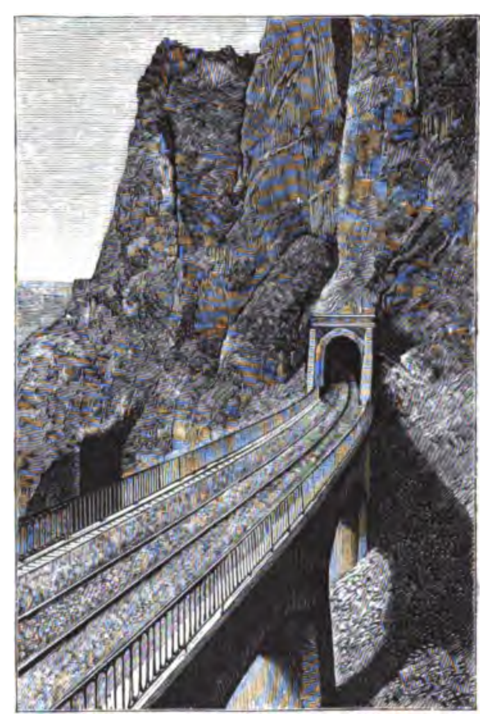
Gotthardtunnel	14.990	Meter
Mont Cenistunnel	12.233	»
Kodschaktunnel (Schikarpur-Kandahar)	10.281	»
Arlbergtunnel	10.270	»
Haupttunnel der Giovibahn (Genua)	8.260	»
Hoosactunnel in Massachusetts	7.640	»
Severntunnel	7.250	»
Tunnel von Marianopoli (Catania-Palermo)	6.480	»
Slandridgetunnel (London-Birmingham)	4.970	»
Nerthetunnel (Marseille-Avignon)	4.620	»

Der längste eingeleisige Tunnel ist der bei Belbo in der Linie Bra-Savona (Italien) mit 4240 Meter. Alsdann der Monte Bovetunnel (3870 Meter) zwischen Rom und Salmona, und der Cocullotunnel (3500 Meter) in derselben Bahn. Der längste eingeleisige Tunnel in Deutschland ist der Krähbergtunnel im Odenwald (3100 Meter), in der Schweiz der Tunnel von La Croix (300 Meter). . . Von den Riesentunnels der Zukunft ist wohl nur der am Simplon ernst zu nehmen. Seine präsumtive Länge ist 19.000 Meter. Der seit Langem projectirte Tunnel unter dem Canal la Manche würde eine Länge von 32.000 Meter erhalten, doch stehen seiner Verwirklichung derart schwere Hindernisse entgegen, daß an seine Ausführung nicht zu denken ist. Kaum größere Aussicht auf Verwirklichung hat der auf circa 14.000 Meter Länge berechnete Tunnel unter der Meerenge von Messina.

Die Anlage langer eingeleisiger Tunnels wird nach Thunlichkeit vermieden, weil sie im Falle, daß in ihnen durchgreifende Reparaturen oder vollends förmliche Reconstructionen ausgeführt werden müßten, unter Umständen zur Einstellung des Betriebes für längere Zeit Veranlassung geben würden. Bei sehr schwierigen Verhältnissen und einer Tunnellänge von etwa 1000 Meter, wäre, wie die Erfahrungen beweisen, eine Sistirung des Betriebes für viele Monate, ja vielleicht für ein Jahr nothwendig. Indes ist auch die Reconstruction eines zweigeleisigen Tunnels bei Aufrechterhaltung des regelmäßigen Betriebes mit Erschwernissen verbunden, die solche Arbeiten zu den mühsamsten und zeitraubendsten, welche die Technik der Eisenbahnen kennt, gestalten.

Und dennoch muß mit solchen Eventualitäten gerechnet werden. In manchem Tunnel treten Druckerscheinungen oder Wassereinbrüche längere Zeit nach Eröffnung des Verkehrs ein. Beide Erscheinungen werden zu ausgiebigen Reparaturen, und wenn sich Verdrückungen einstellen, zu gänzlicher Reconstruction der deformirten Stelle zwingen. In zweigeleisigen Tunnels können die Arbeiten ohne Störung des

Betriebes vorgenommen werden, weil die lichte Weite derselben eine zweckentsprechende Ausnützung des Raumes für Depôts von Materiale gestattet. Dazu kommt noch die Wirkung der Erschütterungen, welche der Verkehr der Züge in Tunnels hervorruft. Diese wiederholten Erschütterungen sind von großem Nachtheil für die Bölzungen, weil sie dieselben lockern. Die sorgsame Instandhaltung der Bölzungen ist aber von größter Wichtigkeit für die Erhaltung des nöthigen Durchfahrtsprofiles und muß etwa weiter fortschreitenden Bewegungen mit allen zu Gebote stehendeu Mitteln entgegengearbeitet werden.


Eingeleisiger Tunnel und Viaduct am Felsgehänge.

In eingeleisigen Tunnels werden die Erschütterungen in höherem Grade fühlbar, was in der Natur des beengten freien Raumes liegt, der durch den Querschnitt des Profils der Fahrbetriebsmittel verdrängt wird. Von einer Ausnützung des Raumes ist in diesem Falle keine Rede, da das Profil der Fahrbetriebsmittel derart auslabet, daß kaum ein Meter beiderseits der Geleise bis zum Widerlager frei bleibt. Es müssen also besondere Vorrichtungen getroffen werden, um sowohl das Material des Abbruches als jenes für die Erneuerung zu und von der Baustelle schaffen zu können. Dem Principe nach bestehen diese Vorrichtungen aus Gerüstwagen, welche mittelst Drehscheibe von ihrem außerhalb des Mundloches gelegenen Standplatze auf das Bahngeleise geschoben, zur Baustelle im Tunnel gebracht und dort fixirt werden. Von diesen Gerüstwagen aus werden die Arbeiten vorgenommen. Um den Tunnel für den Zugsverkehr frei zu halten, muß der in Verwendung stehende Gerüstwagen sammt seiner Ladung nach erhaltenem Signal aus dem Tunnel geführt und von hier erst nach einer längeren, auf die Durchfahrt des Zuges folgenden Pause wieder eingeschoben werden. Befindet sich die Baustelle etwa 500 Meter vom Mundloche, so wird jeder Zug etwa eine fünfeinviertelstündige Unterbrechung der Arbeit verursachen. Daraus kann man ermessen, welche Störungen in der Reconstruction eingeleisiger Tunnels platzgreifen und wie die Schwierigkeiten im Verhältnisse mit der Entfernung der Baustelle vom Mundloche und durch die Zu- und Abfuhr der nöthigen Baumaterialien, welche im eingeleisigen Tunnel eben nur auf einem und demselben Geleise befördert werden können, wachsen.

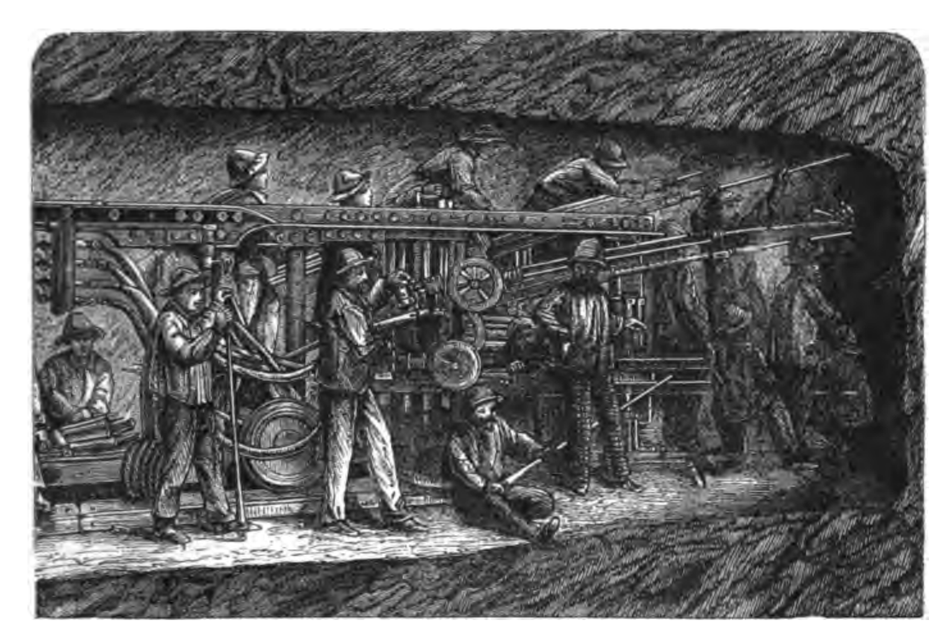
Besonders schwierige Reconstructionen haben einige Tunnels in der Brennerbahn verursacht, allen voran der 872 Meter lange Mühlthaltunnel. Hier hatte das Rutschterrain und überhaupt die ungünstige Beschaffenheit des Materials (Thon und Glimmerschiefer) das Object derart deformirt, daß theilweiser Einsturz unvermeidlich schien. Um sich zu helfen, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Man trieb von der Thalseite des Tunnels Stollen vor, teufte Schachte ab, führte dann wieder Stollen, bis das Fundament des Widerlagers erreicht war. Dasselbe wurde unterfahren und ausgemauert, hierauf der Stollen erweitert, ein zweiter Mauerklotz angesetzt, bis das Widerlager die nothwendige Tragkraft erlangt hatte. Diese Verstärkung des Widerlagers führte man bis auf Kämpferhöhe durch, worauf die Gewölbsringe ausgewechselt wurden. Bei zwei anderen Tunnels wurden besonders complicirte Stollen und Schachte hergestellt, um bis zum Widerlager vordringen zu können. Trotz dieser schwierigen Arbeiten war der Zugsverkehr nicht eine Stunde unterbrochen.

Die Druckerscheinungen waren für den Tunnelbau eine unerwartete Erscheinung. Am St. Gotthard hatte man mit derselben sehr unangenehme Erfahrungen gemacht. So stürzte beispielsweise der Wattinger Kehrtunnel noch vor der Betriebseröffnung ein und verschüttete mehrere Arbeiter. Ein starker, sorgfältiger Holzeinbau vermochte nicht dem losen Gestein zu widerstehen. Im großen Tunnel wurde an einer Druckstelle alles zerstört und zermalmt, was Menschenhände und Maschinenkraft geschaffen hatten. Erst als man Werkstücke von Gneis von 1 bis 1·5 Meter Mächtigkeit im Scheitel des Tunnels einfügte, konnte man der Situation Herr werden. Anfangs wurde das Gebirge einfach für blähend gehalten; aber die schädlich wirkende Eigenschaft ist die Plasticität des in dem Granit eingelagerten, zersetzten, breiartigen Gneis. In Folge dessen mußten ganz besondere Maßregeln ergriffen werden, um der Gebirgsbewegung zu steuern.

Eine weitgehende Ergänzung erhalten die weiter oben erläuterten Tunnelbaumethoden durch die maschinelle Bohrarbeit. In Verbindung damit stehen jene anderen Einrichtungen, welche für die ungestörten Bauausführungen sehr langer Tunnels unerläßlich sind: Die Compressoren und deren Leitungen zum Betriebe der Bohrmaschinen, die Installationen der Motoren für Ventilation, die Wasserstauwerke, die Ausnützung elektrotechnischer Errungenschaften u. s. w. Die Vereinigung all' dieser Hilfsmittel zur gesicherten und raschen Lösung der vorgezeichneten Aufgabe haben dem Tunnelbau jene großartige Ausgestaltung verliehen, in welcher er uns heute als ein ans Wunderbare grenzender Organismus vor Augen tritt. An ihm kommen Kraft, Energie und Ueberlegenheit der mechanischen Hilfsmittel gegenüber den schwersten materiellen Hindernissen zum glänzendsten Ausdrucke.

Als der erste große Alpentunnel — jener am Mont Cenis — in Angriff genommen wurde, lag es in der Natur der Sache, daß die technischen Kreise von der Frage angeregt wurden, ob es nicht möglich sei, die langwierige Handarbeit

durch irgend eine maschinelle Einrichtung zu entlasten. Noch in der Zeit, da der belgische Ingenieur Heinrich Mauß sich mit dem Projecte eines Alpenüberganges mit Seilbetrieb beschäftigte, faßte er zum erstenmale den Gedanken, für die Bohrungsarbeiten sich der motorischen Kraft zu bedienen. Nicht Sommeillier — das »mechanische Genie« des Cenis-Unternehmens — sondern Mauß ist der Vater der Tunnelbohrmaschine. Beide hatten mit ihren Erfindungen nur die Rudimente zu einem Organe geliefert, welches erst von zweiter Hand in Thätigkeit gesetzt werden sollte. Die Unausführbarkeit des Mauß'schen Apparates lag vornehmlich darin, daß er zum Betriebe seiner Maschine die Wasserkraft ausnützen wollte,



Bohrmaschine System Sommeillier.

welche auf große Entfernung vom Motor auf die Maschine übertragen werden sollte. Auch über das anzuwendende Ventilationssystem war sich Mauß nicht ganz klar, obwohl er vorgeschlagen hatte, den Ventilationsapparat mit der Bohrmaschine in mechanische Verbindung zu bringen.

Das war bis vor dem Jahre 1848. Das Mauß'sche Project fiel der Vergessenheit anheim und erst 1855 trat der Genfer Professor Daniel Colladon mit der Idee an die Oeffentlichkeit, zum Betriebe eines die maschinelle Bohrungsarbeit besorgenden Apparates comprimirte Luft anzuwenden. Dieselbe sollte nicht direct vom Erzeugungsorte außerhalb des Stollens die Bohrmaschine in Bewegung setzen, sondern vielmehr von einem, im Tunnel aufzustellenden Locomobil auf den Mechanismus übertragen werden. Ueber die Art, wie der unerläßliche und ziemlich

bedeutende dynamische Effect zu erzielen war, gab das Colladon'sche Elaborat keinen Aufschluß.

Die Frage des maschinellen Bohrbetriebes war noch unerledigt, als 1857 die Arbeiten am Mont Cenis ihren Anfang nahmen. Die Entscheidung erfolgte jedoch bald auf dem Fuße, als zur selben Zeit unweit von Genua mit den von Belgien bezogenen Maschinen Bohrversuche angestellt wurden, welche die Möglichkeit der Anwendung von comprimirter Luft als Triebkraft selbst auf große Entfernungen, wie sie bei dem geplanten Tunnel sich ergaben, außer allen Zweifel setzten. Gleichwohl war man erst im Jahre 1861 so weit, mit den Installationen beginnen zu können. Die meisten principiellen Verbesserungen rührten von Sommeillier her. So setzte er beispielsweise an Stelle der Compressoren mit Wassersäulen, welche in Folge der mächtigen Erschütterung dem Zerspringen ausgesetzt waren, Compressoren mit Pumpen, in welchen das Wasser zwischen den Kolben und der zu comprimirenden Luft blieb und auf diese Weise (durch stete Erneuerung des Wassers) die Erhitzung der Luft vermieden wurde.

Die Sommeillier'sche Maschine — welche zur Zeit selbstverständlich nur mehr ein historisches Interesse hat — arbeitete mit neun beweglichen Bohrern, von denen einige parallel mit der Achse, die anderen in divergirender Richtung gegen die Stollenbrust sich bewegten. Die Bewegung der Bohrer war eine doppelte, eine stoßende und eine rotirende. An jedem Bohrer waren zwei bewegliche Röhren angebracht, die eine für die comprimirte Luft, die andere für das Wasser, das in die Bohrlöcher gespritzt wurde. Zur Bedienung dieser Maschine waren 37 Personen nothwendig. Bei jedem Angriff auf die Stollenbrust wurden durchschnittlich 80 Löcher von 75 bis 80 Centimeter Tiefe gebohrt. Der durchschnittliche Stollenfortschritt auf beiden Angriffspunkten zusammen betrug im Tage 3 bis 4 Meter, das Maximum über 5 Meter.

Es ist begreiflich, daß in dem Jahrzehnt, in welchem die Sommeillier'schen Maschinen am Mont Cenis arbeiteten, die Techniker hinlänglich Zeit gefunden hatten, über Verbesserungen an diesem kräftigen Hilfsorgane Studien und Experimente anzustellen. Als das Gotthard-Unternehmen perfect geworden war, gab es bereits mehrere Systeme, welche der Verwerthung harrten. Zwar hatte Louis Favre der italienischen Regierung gegenüber sich verpflichtet, alle jene am Mont Cenis benützten Maschinen sammt Zubehör zu erwerben und wurden 88 solche Maschinen zur Stelle geschafft. Benützt aber wurden sie niemals, denn an ihre Stelle traten die neuen Constructionen von Ferroux, Dubois-François und Mac-Kean. Die Ferroux-Maschine, in ihren Organen der Sommeillier'schen ähnlich, zeichnet sich durch besondere solide Construction und leichte Handhabung aus. Sie arbeitet automatisch, unterscheidet sich also wesentlich von der Dubois-François-Maschine, bei der das Vorrücken gegen die Stollenbrust durch Menschenhand mittelst Kurbel und Zahnrad an einer unten angebrachten Schraubenspindel bewerkstelligt werden muß.

Beide Maschinen erfordern die gleiche Zahl von Bedienungsmannschaft und arbeiten auch gleich schnell; der Arbeitseffect ist aber, wie selbstverständlich, bei der automatisch vorrückenden Ferroux-Maschine ein bedeutend größerer; dagegen consumirt die Ferroux-Maschine bei jedem Kolbenstoß 2·3 Liter, die Dubois-François-Maschine nur 1·6 Liter comprimirte Luft. Später stellte Ferroux eine verbesserte Maschine in Betrieb. Sie erzielte mit einem 35 Millimeter starken Bohrer bei einer Luftspannung von 6 Atmosphären Ueberdruck und 300 Schlägen in der Minute ein 6 Centimeter tiefes Bohrloch. Die wesentliche Verbesserung bei der neuen Construction bestand darin, daß das Setzen des Bohrers und die Steuerung nicht mehr durch einen getrennten Mechanismus bewerkstelligt wurden, sondern mit der Bohrmaschine in organischem Zusammenhange standen. Diese Maschinen trugen über alle anderen den Sieg davon, wodurch nach und nach alle anderen am Gotthard eingestellten Maschinen außer Betrieb gesetzt wurden.

Einen neuen Abschnitt in der Entwickelung der Bohrtechnik bezeichnet das Arlbergunternehmen. Zunächst ist hervorzuheben, daß am Arlberg die dem maschinellen Betriebe vorausgegangene Handarbeit einen durchschnittlichen Tagesfortschritt per Ort von 1·65 Meter, oder 3·3 Meter zusammen erreichte, also so viel als am Mont Cenis der Maschinenbetrieb, wobei es sich hier um Kalkgebirge, dort um Urgebirge handelte. Am Arlberg waren bereits die Ferroux-Maschinen in Aussicht genommen, als es dem Hamburger Ingenieur Alfred Brandt gelang, Beweise der Leistungsfähigkeit seiner hydraulischen Drehbohrmaschine am Gotthard zu erbringen. Wenn auch die Erfolge Brandt's am Pfaffensprungtunnel weit hinter jenen zurückgeblieben waren, welche seine Concurrenten Ferroux und Seguin erzielt hatten, entschloß man sich gleichwohl Brandt's Maschine am Arlberg zum Wettkampfe zuzulassen. So trat das System Ferroux (Percussionsbohrung mit comprimirter Luft) auf der Ostseite, die hydraulische Bohrmaschine auf der Westseite des Arlbergtunnels in Action. Beeinflußt wurde diese Anordnung durch den Umstand, daß auf der Ostseite größere Wasserkräfte als auf der Westseite zur Verfügung standen, und daß zum Betriebe der hydraulischen Maschinen ein geringerer motorischer Kraftaufwand erforderlich ist, als zum Betriebe der Percussionsmaschinen, beziehungsweise zur Erzeugung der comprimirten Luft.

Auf der Westseite setzte eine mit 335—250 Pferdekräften arbeitende Turbine eine Gruppe von 4 Compressionspumpen in Bewegung, welche pro Secunde 9·2 Liter Wasser von 100 Atmosphären Spannung durch eine Rohrleitung den zwei Bohrmaschinen zuführten. Diese letzteren waren auf einem Wagen, beziehungsweise auf einer beweglichen (jedoch auf dem Wagen befestigten) Spannsäule, welche sich gleichfalls unter hydraulischem Drucke gegen die Stollenwände preßte, montirt. Die Verbindung zwischen Rohrstrang und Maschinen wurde durch massive, jedoch leicht bewegliche Kettenschläuche hergestellt.

Die Compressionsmaschinen bestehen aus dem eigentlichen Bohrmechanismus und dem Gestelle. Zwei von einander abstehende große Schraubenspindeln nehmen

die rückwärtigen Enden des Bohrmechanismus auf. Derselbe läßt sich auf den Spindeln heben und senken, und sowohl in verticaler als in horizontaler Richtung drehen. Der gegen die Stollenbrust zugekehrte Theil des Gestelles trägt ebenfalls, und zwar dicht hintereinander, zwei starke verticale Schraubenspindeln, auf denen sich zusammen sechs Arme auf- und abbewegen lassen. Die Arme sind der Länge nach geschlitzt und dienen zur Unterstützung des vorderen Theiles der Maschine, deren horizontale Verschiebung durch die Schlitze ermöglicht wird. Zum Einführen der comprimirten Luft in den Mechanismus sind am Bohrgestelle zwei Reihen Hähne angebracht. Der ganze Apparat ruht auf vier Rädern, von denen die größeren, rückwärts befindlichen durch eine Zahnübersetzung gedreht werden können und zur Bewegung des Bohrgestelles auf den Schienen dienen. Zur Speisung der

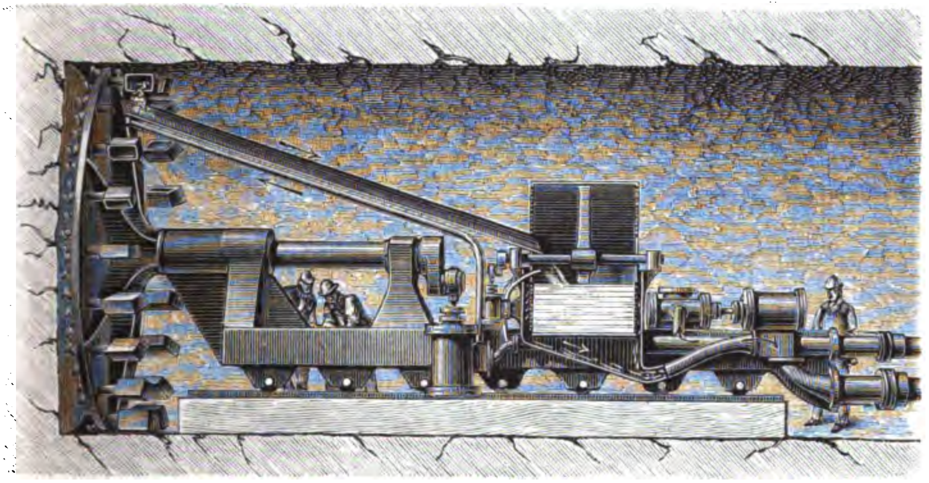


Bohrmaschine System Ferroux.

Maschine geht vom Ende der schmiedeeisernen Luftleitung unmittelbar vor der Stollenbrust ein starker Kautschukschlauch nach einem Behälter am Bohrgestelle, von dem mehrere dünne Kautschukröhren zum Bohrmechanismus abzweigen.

Es würde hier zu weit führen, der vielen Bohrmaschinen zu gedenken, welche allmählich auftauchten, wie das immer zu geschehen pflegt, wenn irgend eine technische Errungenschaft sich eines durchschlagenden Erfolges zu erfreuen hat. Dem Principe nach lassen sich zwei Systeme unterscheiden: Stoßbohrmaschinen und Drehbohrmaschinen. Zu letzteren gehört unter anderem die beistehend abgebildete Maschine des Engländers Crampton, welche versuchsweise bei Herstellung des Probestollen an dem projectirten Riesentunnel unter dem Aermelcanal in Action trat. Der Mechanismus besteht aus einer Scheibe von zwei Meter Durchmesser, welche auf ihrer vorderen Fläche mit 70 sehr scharfen Meißeln ausgerüstet ist. Wird diese Scheibe mittelst Wasserkraft in Drehung versetzt, so schürfen die Meißel

das Gestein ab, wobei die losgelösten Theile in kleine, an der Rückseite der Scheibe angebrachte Behälter fallen, deren Inhalt in eine geneigte Rinne entleert wird. Das Material wird weiterhin durch zugeleitetes Wasser in einen Behälter gespült, wo es in Brei verwandelt wird. Zum Betriebe der Crampton'schen Maschine, wie sie für die Versuchsstrecke des Canaltunnels in Anwendung kam, war eine Dampfmaschine von 925 Pferdekräften erforderlich, von denen 500 auf die Pumpen kamen, welche den Brei zu entfernen hatten. Die Scheibe des Mechanismus vollführte zehn Umdrehungen in der Minute, so daß die äußeren, von der Achse am entferntesten liegenden Meißel sich mit der Geschwindigkeit von 350 Meter in der Minute fortbewegten.

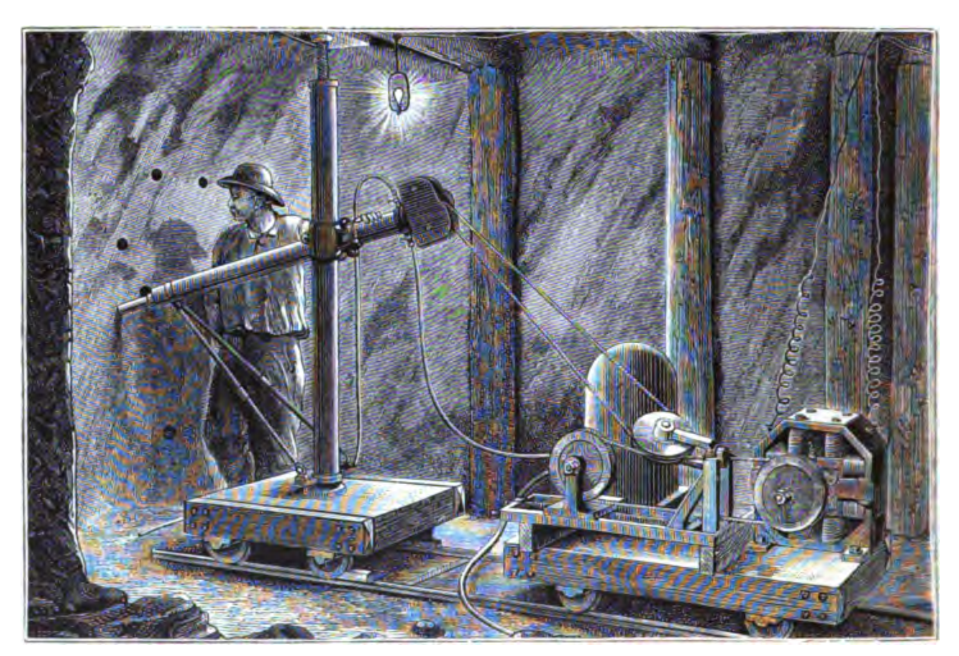


Crampton's Tunnel-Bohrmaschine.

Im Allgemeinen theilen sich die Drehbohrmaschinen in zwei Typen: rasch rotirende mit geringem Drucke auf das Gestein, und langsam rotirende mit starkem Drucke. Die letzteren sind die hydraulischen Bohrmaschinen (Crampton, Brandt), die ersteren die sogenannten »Diamantbohrmaschinen«. Bei diesen sind die stählernen Köpfe der Bohrer mit schwarzen Diamanten besetzt. Beim Stollenbau kommt dieses System seltener in Anwendung als beim Schachtbau, insbesondere dann, wenn Abteufungen von großer Tiefe vorzunehmen sind.

Auch die elektromotorische Kraft hat man in den Dienst der Tunnel-Bohrmaschinen gestellt. Eine derartige Construction ist Taverdon's »Elektrischer Gesteinsbohrer«. Er ist ein Diamantbohrer, bei welchem die verwendeten schwarzen Diamanten, um das lästige Ausbrechen zu verhüten, an der Spitze des Bohrers angelöthet sind. Nun lassen sich aber Diamanten nicht direct verlöthen; um dies zu ermöglichen, versah sie Taverdon auf galvanoplastischem Wege mit einer ganz dünnen Kupferschichte, welche das Verlöthen gestattete. An jenen Stellen, mit welchen der Diamant arbeitet, reibt sich die dünne Kupferschichte natürlich sofort

von selbst ab. Bohrmaschine und Motor sind auf getrennten Wagengestellen montirt. Der Bohrer ist an einer Muffe, die auf einer Säule auf- und abwärts geschoben werden kann, befestigt, damit dem Bohrer jede erforderliche Höhe und Richtung gegeben werden könne. Die Festigung der Tragsäule erfolgt durch eine oben angebrachte Schraube, die sich durch Herausdrehen gegen den First des Stollens preßt. Der Bohrkopf erhält seine rotirende Bewegung durch einen Rollenmechanismus, der in einer am entgegengesetzten Ende der Bohrmaschine angebrachten Büchse eingeschlossen ist. Die Einrichtung ist aus der auf Seite 107 stehenden Abbildung zu ersehen. Das Treibseil a a' ist nicht direct über die Rolle e geführt,

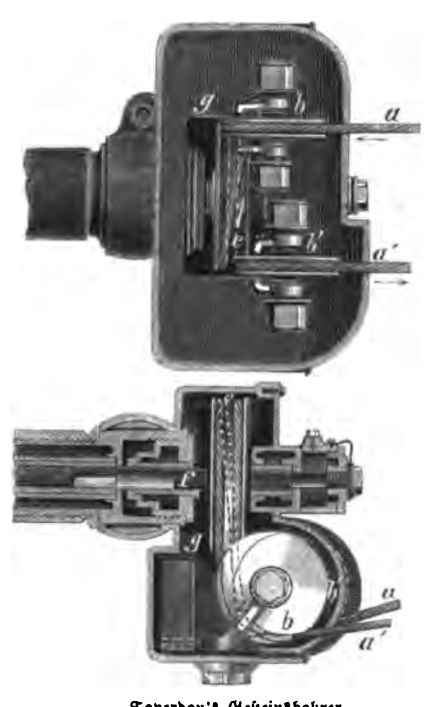


Elektrischer Gesteinsbohrer von Taverdon.

welche den Bohrer in Rotation versetzt, sondern muß die Schnurscheibe b b' passiren. Diese Anordnung ermöglicht ein Drehen des Bohrers ohne die Treibseile in Unordnung zu bringen. Als Motor wird eine Dynamomaschine verwendet, von deren Riemenscheibe aus das Treibseil über eine Rolle mit horizontaler Achse (zum Betriebe der Wasserpumpe) und eine verstellbare Rolle zur Bohrmaschine läuft. Auf dem Wagengestelle des Dynamo ist ein Windkessel nach Art derjenigen bei Feuerspritzen befestigt, vermittelst welchen dem Bohrer behufs Reinigung der Bohrlöcher Wasser unter Druck zugeführt wird.

In den langen Alpentunnels erreichte die Menge des geförderten Ausbruchmaterials, wie nicht anders zu denken, einen ungeheueren Umfang. So betrug beispielsweise derselbe am Mont Cenis bis zum Stollendurchbruche 800.000 Cubik-

meter und waren 40.000 Karren nöthig, um dieses Material fortzuschaffen. Zur Bekleidung des fast durchwegs gemauerten Tunnels bedurfte es 125.000 Cubikmeter Werksteine und circa 16 Millionen Ziegel. Die Länge der Bohrlöcher erreichte die enorme Ziffer von 3½ Millionen Meter (gegen 320.000 Meter am Gotthard, wo Dynamit statt Pulver verwendet wurde), und die Menge des abgebrannten Pulvers betrug 1 Million Kilogramm (gegen rund ½ Million Kilogramm Dynamit am Gotthard). Aus diesem riesigen Pulverquantum hätte man 233 Millionen Gewehrpatronen (à 4½ Gramm) anfertigen und durch 13 Jahre täglich ein Pelotonfeuer von 50.000 Flintenschüssen abgeben können.



Taverdon's Gesteinsbohrer.

Auch sonst bietet die Statistik des Baues der großen Alpentunnels ein reiches und interessantes Material. Wir müssen uns indes hier nur auf etliche Daten beschränken. So betrug beispielsweise auf der ganzen Gotthardlinie bis Schluß des Jahres 1880 die Anzahl der vorgekommenen Tödtungen 246; verwundet, ohne tödtlichen Ausgang, wurden 601. Verhältnißmäßig waren auf der Südseite ebenso viele Tödtungen wie auf der Nordseite. Beim Durchbrechen des großen Tunnels aber waren die Arbeiter auf der Südseite in Folge der dortigen geognostischen Verhältnisse erheblich im Nachtheil. Beim Vortreiben des Richtstollens mußten sie oft in dem nur langsam abfließenden Wasser bis zu den Knien stundenlange waten. Außerdem waren sie oft ebenso lange dauernden Wasserstürzen ausgesetzt, deren gewaltiger Druckkraft Niemand widerstehen konnte. In einem speciellen Falle mußte ein besonders mächtiger Strahl in eine eiserne Röhre gefaßt und abgeleitet werden. Es liefen 10½ Liter Wasser in der Secunde ab. Im ganzen Tunnel betrug die Wasserandrang von 1874 bis Ende 1877 pro Secunde 233 Liter, d. i. pro Tag rund 20.000 Cubikmeter. Das Maximum betrug 348 Liter in der Secunde, also 30.000 Cubikmeter pro Tag. Am Gotthard wurden die Arbeiter zum Schutze gegen die Wassereinbrüche mit ledernen Kleidern versehen.

Ein zweiter, die Gesundheit der Arbeiter wesentlich beeinträchtigender Factor, waren die Unbilden, denen die nur halb bekleideten, den Oberkörper total entblößten Leute ausgesetzt waren. Am Gotthard stieg 1879 in der südlichen Hälfte des großen Tunnels in der Tiefe von 7 Kilometer die Temperatur auf fast 33° C., während

in den vorangegangenen Monaten sich dieselbe ziemlich constant bei 31° C. gehalten hatte. Auf der Nordseite betrug die mittlere Temperatur in der gleichen Zeit 30·3° C. Nimmt man nun mit Dr. Rapff (»Wärmezunahme nach dem Inneren der Hochgebirge«) an, daß die praktische Grenze der Arbeitsmöglichkeit in trockenen Tunnels und bei Luftcompressions- und anderen Ventilations-Anlagen vom Umfange jener am St. Gotthard bei 45·7° C. liegt, und daß darüber hinaus Siechthum, wenn nicht baldiger Tod der Arbeiter erfolgen müsse, so kann man annähernd ein Wahrscheinlichkeitsbild vom Zustande der Lungenthätigkeit und Bluthitze der Arbeiter in langen Tunnels sich machen. Nur durch unausgesetztes Hinzuführen von einer enormen Menge comprimirter, relativ trockener Luft (z. B. 150 Liter pro Secunde für den Mann) vermochte man es, die Arbeiter in einem solchen Grade von Rüstigkeit zu erhalten, welche den Fortschritt der Arbeit nicht in Frage stellte.

Es sei bei diesem Anlasse bemerkt, daß zu Zeiten durchschnittlich 800 Arbeiter gleichzeitig im Tunnel arbeiteten und zwei Dutzend Pferde sich darin aufhielten. In 24 Stunden wurden durchschnittlich 350 Kilogramm Dynamit verschossen und gleichzeitig brannten über 800 Lampen. Außerdem bewegten sich noch zwei Dampf-Locomotiven auf 2 bis 4 Kilometer vom Portal aus, neben den Luft-Locomotiven, die weiter gegen die Mitte hin in Thätigkeit waren... Durch die Luftcompressoren wurden täglich zwischen 150.000 bis 200.000 Cubikmeter Luft in den Tunnel geleitet. Am Arlberg erfolgte zu Beginn die Versorgung der Arbeitsstelle mit Luft auf der Ostseite durch Compressoren, auf der Westseite durch einen Hochdruckventilator, der, von einer kleinen Turbine von 30 Centimeter Durchmesser getrieben, circa 1000 Umdrehungen in der Minute machte und bis 1200 Meter Stollenlänge ausreichend Luft vor Ort brachte.

Da der Arlberg vorläufig die Reihe der großen Tunnels schließt, ist es von Interesse, den hier erzielten Arbeitsfortschritt kennen zu lernen. Als Minimalleistung war ein durchschnittlicher Fortschritt im Sohlenstollen und in der Mauerung von 3·3 Meter auf jeder Seite, zusammen also 6·6 Meter festgesetzt worden. Es ist zu bemerken, daß am Gotthard in den letzten zwei Baujahren — also nach einer siebenjährigen Erfahrung und Praxis in der Handhabung der Maschinen — nicht mehr als der vorstehend angesetzte Minimalfortschritt per Ort erzielt wurde. Während auf der Ostseite nahezu sämmtliche Apparate in Thätigkeit gesetzt werden mußten, sollte ein größerer als der geforderte Fortschritt erzielt werden, fand man auf der Westseite mit einer einzigen Gruppe von Pumpen und einer einzigen Turbine das Auslangen. Während dort 400 Liter Wasser in der Secunde bei 140 Meter Druckhöhe kaum ausreichten, die Maschinen und Compressoren zu bedienen, genügten auf der Westseite 110 Liter bei 180 Meter Druckhöhe. Die Ventilation des Tunnels wurde durch je zwei Gruppen von vier aneinander gekuppelten Centrifugal-Ventilatoren, welche Gruppen aber ebenfalls gekuppelt werden konnten, besorgt.

Indes mehrten sich die Schwierigkeiten auf der Westseite in unerwarteter Weise. Die maschinelle Bohrung mußte hier in Folge der ungünstigen Beschaffenheit des Gebirges oft wochenlange unterbrochen und der Stollen vielfach unter Anwendung von Getriebezimmerung aufgefahren werden. Die Ausbrüche mußten durchwegs nach dem schwersten Profil, welches die hier angewendete englische Baumethode kennt, verzimmert werden, während auf der Ostseite durchschnittlich kaum die schwächste zur Anwendung kam. Dort erhielten die Mauerungen fast eine doppelt so große Stärke als hier, und so blieb die Westseite gleich im zweiten Baujahre sowohl in der Stollenlänge als in der Mauerung erheblich im Rückstande. Am Ende des zweiten Baujahres ergaben sich folgende Resultate: Länge des Sohlenstollens 3220 Meter (1858 Meter auf der Ostseite, 1362 Meter auf der Westseite); 2200 Meter Vollausbruch, 2000 Meter ausgemauertes Profil. Rücksichtlich des Stollenfortschrittes ist zu bemerken, daß seit der Uebernahme durch die Bauunternehmungen (Ceconi auf der Ostseite, Brüder Lapp auf der Westseite) 2545 Meter Sohlenstollen, oder 7·6 Meter pro Tag, also eine Mehrleistung von einem Meter erzielt wurde.

Hierzu wurden im Baujahre 1881 auf der Ostseite 1123 maschinelle Angriffe mit einem mittleren Fortschritte pro 1·36 durchgeführt. Ein solcher Angriff dauerte ungefähr 7³/₄ Stunden und es wurden hierbei rund 24 Löcher mit einem Durchmesser von 30—40 Millimeter und einer Gesammtlänge von 36 Meter mit 6 Maschinen hergestellt. Der Bohrerverbrauch war pro Angriff durchschnittlich 80 Stück, der Dynamitverbrauch rund 27 Kilogramm. Auf der Westseite wurden nur 725 maschinelle Angriffe mit einer durchschnittlichen Leistung von 1·2 Meter erzielt. Hierzu waren 7 Löcher mit einem Durchmesser von 70 Millimeter und einer Gesammtlänge von 11 Meter nothwendig, welche von 2 Maschinen gebohrt wurden. Der Bohrerverbrauch war pro Angriff 10 Stück, der Dynamitverbrauch 12 Kilogramm, aus welchen Ziffern sich ein zutreffender Rückschluß auf die Beschaffenheit des Gebirges ergiebt.

Im dritten Baujahre (1882) war der Sohlenstollen auf eine Länge von 6811 Meter vorgedrungen (3772 Meter auf der Ostseite, 3039 Meter auf der Westseite) und betrug der durchschnittliche Tagesfortschritt seit Beginn des Baues sonach 7·41 Meter. In dem genannten Jahre allein waren auf der Ostseite 1914 Meter, auf der Westseite 1678 Meter aufgefahren, was einen durchschnittlichen Tagesfortschritt von 5·24, beziehungsweise 4·6 Meter ergiebt. Der Firststollen war auf rund 6500 Meter, die Mauerung auf 4900 Meter nachgerückt. Im vierten Baujahre (1883) ergab sich vollends ein durchschnittlicher Tagesfortschritt von 10·82 Meter (5·42 auf der Ostseite, 5·40 auf der Westseite). Um diese bedeutenden Fortschritte zu erzielen, waren auf der Ostseite 3·7 maschinelle Angriffe pro 24 Stunden mit einem mittleren Fortschritte von 1·66 Meter, auf der Westseite vier Angriffe mit einem mittleren Fortschritte von 1·3 Meter nothwendig. Auf der Ostseite bohrten 8 Maschinen per Attaque 32 Löcher

mit einer Gesammtlänge von 58 Meter, auf der Westseite 4 Maschinen 14 Löcher mit einer Gesammtlänge von 21 Meter. Die Maschinen arbeiteten auf der Ostseite mit comprimirter Luft von 4 Atmosphären Spannung, auf der Westseite mit auf 80 bis 90 Atmosphären gepreßtem Wasser. Der Verbrauch an Bohrern stellte sich auf der Ostseite mit 100 Stück, auf der Westseite mit 60 Stück, der Dynamitverbrauch auf ersterer mit 30, auf letzterer mit 27 Kilogramm. Da der Durchschlag des Richtstollens am 19. November 1883 erfolgte, so ist der 10.270 Meter lange Sohlenstollen in 3 Jahren, 4 Monaten und 24 Tagen erfolgt und hat die Herstellung des ganzen Tunnels nicht ganz 4 Jahre erfordert. Der durchschnittliche Tagesfortschritt betrug 8·3 Meter. Diese Leistung ist ohne Beispiel in der Geschichte des Bergbaues. Am Gotthard betrug der durchschnittliche Fortschritt im Richtstollen 4·6 Meter, die größte Monatsleistung 211 Meter. Die letztere erreichte ihr Maximum am Arlberg mit 382 Meter. Auch der nachfolgende Vergleich ist von Interesse. Am Arlberg waren zur Zeit des Stollendurchschlages an Mauerung noch circa 2000 Meter, an Gewölbe 350 Meter herzustellen. Am Gotthard waren in der gleichen Bauperiode noch 6700 Meter Widerlager und 4000 Meter Gewölbe auszuführen.

Eine eigenthümliche Complication der Förderungsarbeiten ergab sich auf der Ostseite des Arlberg. Der Culminationspunkt des Tunnels konnte nämlich in Folge der um 200 Meter verschiedenen Höhenlage der beiden Mundlöcher nicht in die Mitte des Tunnels verlegt werden, sondern in der Steigung von 2 pro Mille bis 4100 Meter; von da ab fällt die Nivellette mit 15 pro Mille. In Folge der außergewöhnlichen Fortschritte, welche die Ostseite erzielte, kam sie, nachdem der Brechpunkt überschritten war, auf eine viel längere Strecke des Gefälles, als vorgesehen war. Die steile Rampe war selbstverständlich für die Materialförderung ein bedeutendes Hinderniß, dessen Bewältigung einen größeren Kraftaufwand von Menschenhänden erfordert hätte. Für die Verwendung von Pferden fehlte ebenso der Raum wie für die Anlage einer Seil- oder Kettenförderung.

Aus diesem Dilemma arbeitete sich Ceconi durch folgenden einfachen Arbeitsvorgang heraus. Er verband mehrere Rollwagengestelle durch lange hölzerne Balken und schuf dadurch eine starre, auf dem gewöhnlichen Arbeitsgeleise bewegliche, der Arbeitsstrecke entsprechend lange »Kette«. Waren die Wagen in der Arbeitsstrecke geladen, so wurden dieselben dort zu einem Zuge zusammengestellt und gekuppelt. Die »Kette« war während dieser Zeit auf einem Arbeitsgeleise im fertigen Tunnel aufgestellt. Auf ein gegebenes Zeichen schob eine Förder-Locomotive die Kette in die Arbeitsstrecke, sodann wurden die Wagen an sie angehängt und der ganze Zug durch zwei Locomotiven hervorgeholt. Diese Art der Förderung hat sich durch ihre Einfachheit und der leicht zu erzielenden Festigkeit der Kette als vorzüglich bewährt.

Als Ergänzung dieser rein technischen Mittheilungen, möchten wir nun dem Leser in einer Anzahl von Bildern das Treiben innerhalb der langen Stollen zu

lebendiger Anschauung bringen. Wir verbleiben zu diesem Ende gleich am Arlberg und wählen — der Absonderlichkeit wegen — eine Winternacht. Der Leser, der die Bilder von der Arlbergbahn in Erinnerung behalten hat, macht sich schwerlich eine Vorstellung von der Situation, die wir nun zu schildern haben. Die Winternächte waren taghell, denn auf den hohen Masten auf der Westseite flammte je eine elektrische Sonne mit einer Lichtstärke von circa 1500 Kerzen. Millionen Schneekrystalle funkelten und verbreiteten ihre Reflexe in die dämmerige Ferne. Im gespenstischen Zwielichte standen die hohen Schnee- und Felshöhen, welche mit ihren Steilstürzen das stille Klosterthal einschließen.

Als Gegensatz zu der Einsamkeit des Ortes und den ungewöhnlichen Höhenfeuern der elektro-dynamischen Maschinen stellte eine Regsamkeit sich ein, die jeder Beschreibung spottet. Hunderte von Arbeitern bewegten sich gleich Spukgestalten zwischen Materialien und Steintrümmern, und huschten als verzehrte Schatten über die weißen Wände. Aus dem Innern der hellerleuchteten Baulichkeiten drang ein Summen gleich den in weiter Ferne grollenden Wasserstürzen: Menschenstimmen, Räderfurren, Feilen, Hämmern und mancherlei andere, unenträthselbare Laute. Da standen auch die Turbinen für die Compressionspumpen, in welchen die lebendige Kraft für die Bohrmaschinen geboren wurde. Vermittelst der Centrifugal-Ventilatoren wurde die zusammengepreßte Luft durch gewaltige eiserne Leitungsröhren in das Innere des schier endlosen, finsteren, feuchten und stickdunstigen Stollen getrieben.

Wie es aber in diesem letzteren zuging, das zu beschreiben ist die Feder unfähig. So etwa möchte sich die Einbildungskraft den Eingang in den mythischen Tartaros vorstellen. Unter den Rädern der Karren rieseln förmliche Bäche, denn die Bohrmaschinen erschlossen immer wieder neue Quellen. Selbst nach der Bezwingung der aus vieltausendjährigem Schlafe erwachten Quellgeister rieselte fort und fort das Wasser aus dem Gestein und bildete da und dort Pfuhle, aus welchen Felsbrocken und Werkstücke wie Klippen aufragten.

Um aber den gewaltigen Druck des Berges, dessen Urgesteinsmassen viele hundert Meter über den Köpfen der Arbeiter sich wölbten, zu bemeistern, mußte ein ganzer Wald von Stämmen herhalten. Da standen sie, dicht gedrängt, wie eine gewaltige Schutzwehr, an den dunklen Wänden; andere liefen als »Kappen« ihnen zu Häupten und hielten mit ihrem elastischen Nacken den Druck aus, welcher den Eindringlingen in die ewige Nacht der Mutter Erde in verderbendrohender Weise sich geltend machte. . . .

Ein anderes Bild. . . Mitten zwischen den flackernden Irrlichtern wurden russige Menschengestalten sichtbar. Sie förderten den »Berg« (die Ausbruchsmassen) zu Tage. Karren reihte sich an Karren. Flüchtige Schatten, Lärm und Getöse dort, kalte Traufen von oben, Schutt und Sumpf am Boden: ein Wandern durch die Höllenkreise Dante'scher Einbildungskraft. . . . Da machte sich plötzlich ein erquickender Odem fühlbar. Die Centrifugal-Ventilatoren thaten ihre Schuldigkeit.

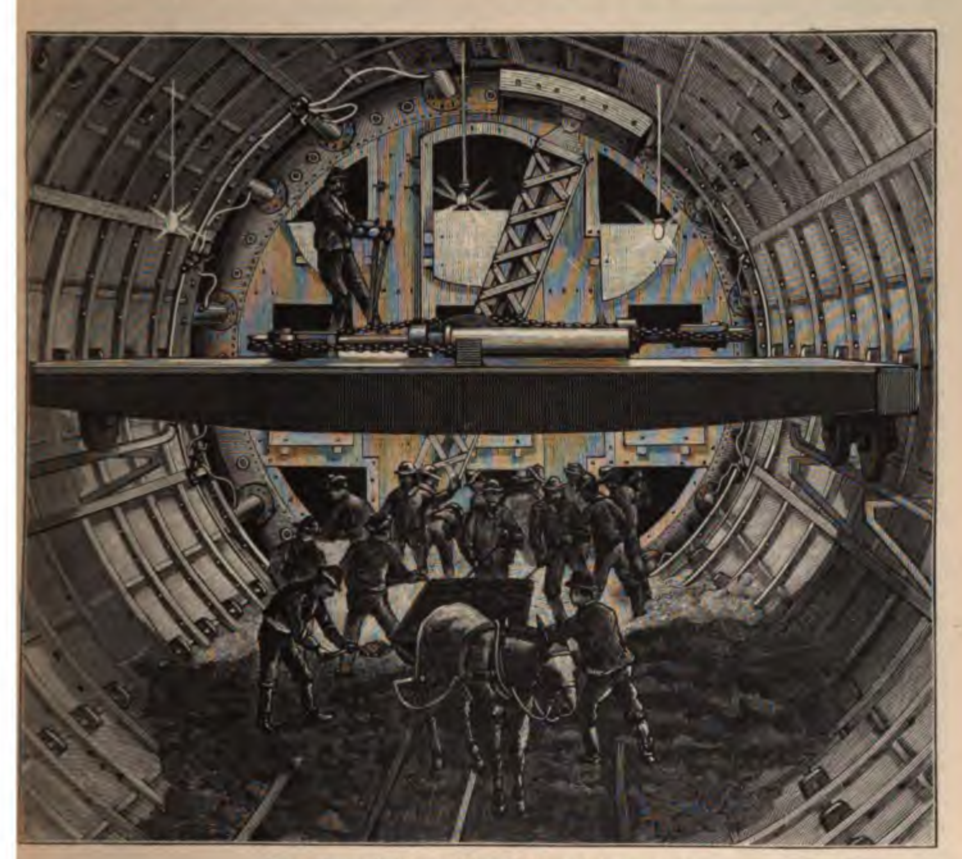
Ihre mächtigen Athemzüge belebten wunderbar diese geschäftigen Menschen, welche mit eisernem Trotze, unbesiegbarer Kraft und einem Selbstvertrauen ohnegleichen für das, was sie erzweckten, den Kampf mit den unterirdischen Mächten führten — für den Laien ein wahrhaft verblüffendes Schauspiel! Der kühle Hauch war noch in einer Entfernung von 12 Meter fühlbar, so ausgiebig waren die Athemzüge der Maschine. Auf einem solchen Gange in die Unterwelt konnte man die verschiedenen Stadien der Arbeiten ganz gut überblicken. Die dem Eingange zunächst gelegene Strecke war bereits mit mächtigen Quaderringen ausgewölbt, deren Massigkeit jedem Drucke von oben trotzen konnte. Hieran schloß sich eine Strecke, wo der Ausbruch auf das volle Tunnelprofil eben vollendet worden war. Wieder einige hundert Schritte weiter schrumpfte der finstere Raum zu dem engen unheimlichen Sohlenstollen zusammen. Hier war es, wo das Gefühl, beständiger Gefahr ausgesetzt zu sein, sich am lebendigsten erhielt. Die gewaltigen Stämme der Zimmerung knarrten und ächzten unter der Last, die sie zu tragen hatten. Andere, geborsten, verkrümmt, wie Binsen zerfasert, lagen umher. Dazu kam eine sehr hohe Temperatur. Zu den feuchten Traufen, die zwischen den Balken der Verbölzungen herabrieselten und die Arbeiter zu Zeiten mitten in einen Regenschauer versetzten, trat der Schweiß, der aus allen Poren hervorgepreßt wurde.

Besonders turbulent ging es an jenen Stellen zu, wo der Berg auf das volle Tunnelprofil ausgebrochen wurde. Da waren kaminartige Schachte, welche die Verbindung zwischen dem Sohlenstollen und dem darüber laufenden Firststollen herstellten. Durch diese Schachte polterte und kollerte das Ausbruchmaterial in die darunter stehenden Karren. Schweißtriefend hantirten die Leute, den Oberkörper entblößt, die Gesichter geschwärzt. Unstet flimmernde Lichter, ein unbeschreiblicher Geruch von Oel, qualmigem Staub, Rauch und anderen athmungswidrigen Dingen erfüllten diese Hölle.

Und wieder ein anderes Bild. Man hörte Rufe, verhallende Commandoworte. Viele Lichter bewegten sich hastig aus der Tiefe nach vorne. Bald hierauf erfolgte ein furchtbarer Donnerschlag. Tausend Nerven des todten Gesteins schienen entzweigerissen, der Boden unter den Füßen schwankte, durch unergründliche, von Felsen umpanzerte Abgründe grollten die Echos der heulenden Berggeister auf. Die Minen »von Ort« waren explodirt. Das Dynamit hatte ein gewaltiges Stück des Gesteins von der Stollenbrust weggerissen. Aber nur kurz währte dieser Zwischenfall. Alsbald bewegten sich wieder die Lichtpünktchen in der Finsterniß, und das Drängen, Hämmern, Schreien, Pfeifen und Rufen ging von Neuem an.

War das eine friedliche Arbeit, oder war es eine wilde, furchtbare Schlacht, wie eine ähnlich schauerliche draußen im Sonnenlichte sich nicht denken ließe? Was die Gewohnheit nicht Alles fertig bringt! Wer hier an diesem gruseligen Orte zu thun hatte, wurde entweder von der Triebkraft der Pflicht zur Thätigkeit angehalten — wie jeder andere brave Arbeiter unter ungleich günstigeren Voraussetzungen — oder es lockte die »Prämie« für größere Arbeitsleistung.

Zwischen den einander drängenden Menschen standen die Bohrmaschinen, das Geschütz des Tunnelbaues. Mit ihren stählernen Bajonnetten bohren sie sich in rasend schneller, drehender Bewegung in das Urgestein ein. Es waren die Brandt'schen Drehbohrmaschinen. Verblüffender für den Laien ist die Wirksamkeit der Percussionsmaschinen, deren vehemente Stoßattaquen etwas Sinnverwirrendes haben. Sie wurden auf der Ostseite des Tunnels verwendet. Das sind die



Tunnelbau mit hydraulischem Schirm (Hudsontunnel).

maschinellen Hilfsmittel eines Kampfes, den der Mensch im Innern der Erde aufgenommen hat — eines Kampfes, in welchen buchstäblich jeder Zoll der widerspenstigen Natur abgerungen werden muß. Wer jemals Augenzeuge eines solchen Kampfes war, dem ist die Thatsache unfaßbar, daß dieses Leben voll Mühsal und Gefahr in den alltäglichen Bereich der Berufsarbeit einer Schaar von Helden, von Kämpfern für die Sache der Civilisation gehöre.

So ging es fort durch Monate, durch Jahre, bis das große Werk vollendet war. Dann verschwanden die Tausende von Arbeitern, es verschwanden die Ma-

schinen- und Motorengebäude, es wurde fast wieder so einsam als zuvor. In der Schlacht, die im Dienste der Cultur geschlagen worden war, ist auch der Führer dieser tapferen Schaar geblieben, wie dort am St. Gotthard, wo der Bauleiter Octave Favre mitten im Tunnel einem Herzschlage erlag. Am Arlberg war es der Oberbaurath Lott, den ein ähnliches Schicksal ereilte. Ein Denkmal neben dem östlichen Tunnelportal erinnert an diesen ausgezeichneten Mann.

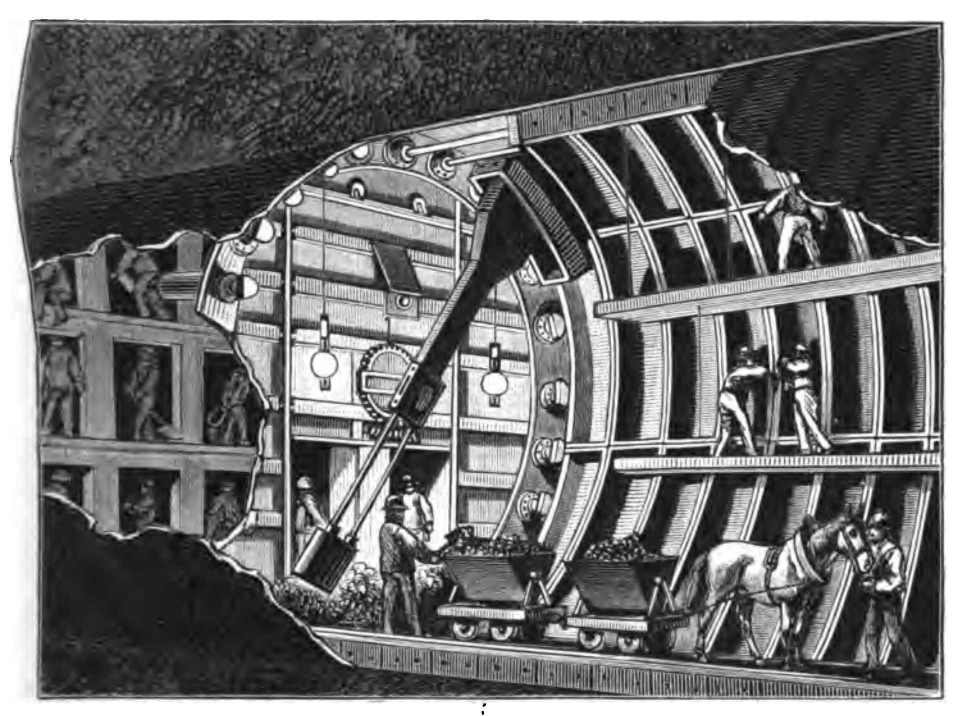
Wir haben nun noch über eine Tunnelbaumethode zu berichten, welche der neuesten Zeit angehört und mit der Unterfahrung von Flüssen und Meeresarmen zusammenhängt. Ihre Anwendung fand sie bisher nur in England und Amerika, und letzteres ist die Heimat dieser Methode. Die reiche Gliederung der Küstenumrisse des britischen Inselreiches, insbesondere aber die langen, fjordartigen Buchten, welche in die Continuität des Küstenverlaufes breite und nur auf weiten Umwegen zu umgehende Lücken bilden, haben sich seit Jahren als ein störendes Hinderniß kürzester Eisenbahnverbindungen erwiesen. Erst mit der großartigen Entwickelung der Brückenbautechnik wurde es möglich, diesem Hindernisse Herr zu werden, indem man den Schienenweg über Pfeiler und Joche, die in mitunter beträchtlicher Wassertiefe des wellenbewegten Meeres fundirt sind, führte. So entstand die ungeheuer lange Taybrücke, welche unseligen Andenkens am 28. December 1879 theilweise einstürzte und den eben auf ihr befindlichen Zug mit in die Tiefe riß. Sie wurde wieder hergestellt und trotz der Bedenklichkeit solcher Anlagen, folgte bald darauf ein noch gewaltigeres Werk, die großartige Forthbrücke, welche im modernen Brückenbau unbestritten die Krone der Leistungsfähigkeit bezeichnet.

Nun bringen es aber die örtlichen Verhältnisse mit sich, daß die Ueberbrückung eines Stromes oder Meeresarmes nicht gut möglich ist, sei es, weil es an dem nothwendigen Raum zur Entwickelung der Zufahrtsstrecken fehlt und dadurch die wünschenswerthe hohe Lage der Brückenbahn im Interesse der ungestörten Schiffahrt nicht zu erzielen ist, oder weil die Ufer bereits völlig von Häuseranlagen occupirt sind. Sowohl in England als in Amerika hat sich nun in jüngster Zeit wiederholt die Gelegenheit ergeben, Flüsse zu unterfahren, wobei die vorhanden gewesenen Schwierigkeiten in der Herstellung der Tunnels zu einer Constructionsweise geführt haben, die von den bisherigen Methoden ganz wesentlich abweicht. Es handelte sich in allen vorliegenden Fällen um Arbeiten in wasserdurchlässigen, wenig consistenten Schichten, die überdies einem enormen verticalen Wasserdruck ausgesetzt sind, wodurch die Gefahr von Einstürzen und Einbrüchen zu einem Factor wurde, mit dem in erster Linie gerechnet werden mußte.

Zur Bekämpfung dieser Gefahr und zur Erzielung einer rationellen Baumethode griff man zunächst nach einem Hilfsmittel, das bereits früher bei den Fundirungsarbeiten großer Brückenpfeiler in Anwendung kam, und welches darin besteht, daß durch comprimirte Luft, welche in die Caissons getrieben wird, dem Eindringen des Wassers ein mächtiger Gegendruck entgegengesetzt wird. Der

amerikanische Ingenieur Haskin war der erste, welcher diese Methode bei einem subaquaten Tunnel in Anwendung brachte, nämlich bei demjenigen, welcher unter dem Hudson New-York mit New-Jersey verbindet. Auf diese Weise ist es gelungen, das bewegliche Ausbruchmaterial (Thon) zu festigen und zu trocknen und gleichzeitig dem Wasserandrange Widerstand entgegenzusetzen.

Da indes dieser Vorgang auf eine längere Tunnelstrecke wirkungslos geblieben wäre, mußte die Stollenarbeit selbst in einer von den bisherigen Methoden abweichenden Weise bewerkstelligt werden. Das Mittel hierzu gab der von A. E. Beach



Tunnelbau mit hydraulischem Schild (Saint Clairtunnel).

erfundene »hydraulische Schild«. Er besteht der Hauptsache nach aus einem Stahlblechcylinder von 6 bis 7 Meter Durchmesser und etwa 5 Meter Länge, mit 25 bis 30 Centimeter dicken Wänden. Die am Hudson verwendeten Schirme sind durch zwei horizontale und zwei verticale Scheidewände in neun Abtheilungen geschieden, welche sowohl an der Stirn- als an der Rückseite durch Thüren verschließbar sind. Dieser Schirm wird mittelst starker hydraulischer Kolben, welche sich an der bereits fertiggestellten Tunnelwand stützen, gegen die Stollenbrust gepreßt, wodurch bei geöffneten Vorderthüren das weiche Ausbruchmaterial theilweise in den Cylinder hereingedrückt und von den Arbeitern abgebaut wird. Nach der Seite des Tunnels sind in der Regel alle Thüren geschlossen, bis auf die

unteren, durch welche das Ausbruchmaterial in den fertigen Tunnel gefördert und von hier mittelst Kippwagen fortgeschafft wird.

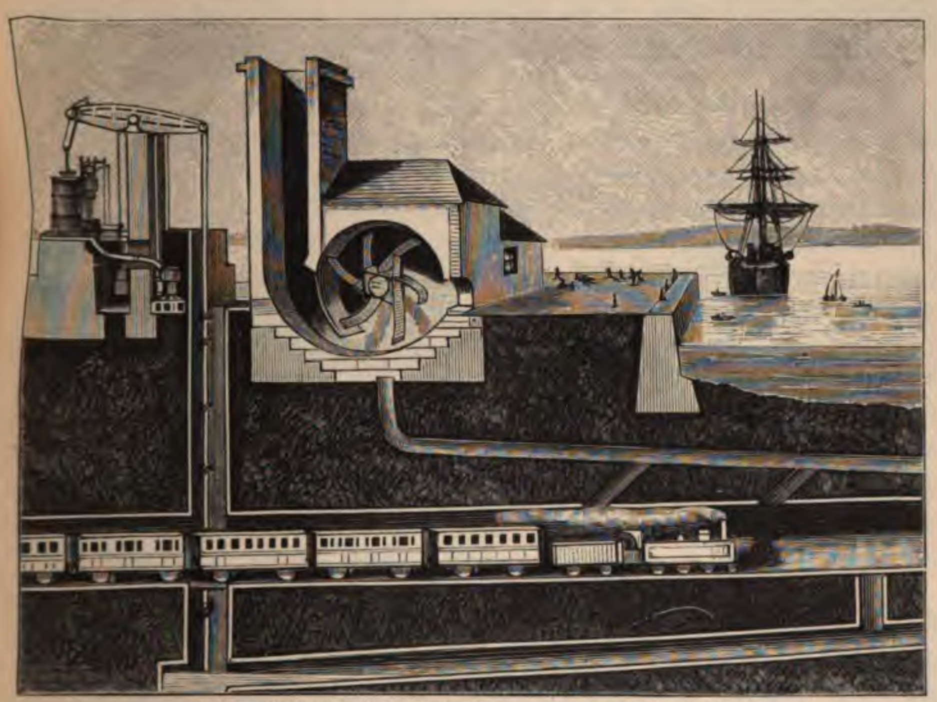
Die beiden Abbildungen S. 113 und 115 zeigen je einen solchen Schild, wie er beim Baue der Tunnels unter dem Hudson, beziehungsweise unter dem Saint Clairflusse, an der Grenze zwischen Canada und den Vereinigten Staaten, in Anwendung kam. Die beiden Constructionen unterscheiden sich nur in einigen unwesentlichen Details. So hat beispielsweise der Schild von Saint Clair nicht neun, sondern zwölf Abtheilungen, indem noch eine dritte Scheidewand eingeschoben ist. Im Hudsontunnel ist noch ein horizontaler Laufkrahn vorhanden. Der Einbau des Vollausbruches findet unmittelbar hinter dem Schild statt, und zwar tritt hier der eiserne Einbau in Anwendung. Derselbe besteht aus starken Segmenten, welche mittelst eines am Schilde angebrachten Pendelkrahnes in die gewünschte Lage gebracht und sodann mit Flanschen verbölzt werden. Der Krahn ist, um dessen Handhabung zu erleichtern, an seinem entgegengesetzten Ende ausbalancirt. Mit Hilfe des Schildes und des Krahnes kann ein täglicher Fortschritt von über 4 Meter erzielt werden. Im Saint Clairtunnel besteht das Ausbruchmaterial aus ziemlich lockerem Thon, der auf einer rissigen Felsschichte ruht. Der Thon enthält brennbare Gase, die gelegentlich einmal eine Explosion verursachten. Die Arbeiter wurden deshalb mit Sicherheitslampen ausgerüstet. Der Hudsontunnel liegt gleichfalls in Thon, auf welchem eine Wasserfläche von 18 Meter im Maximum lastet. Eigentlich sind es zwei nebeneinander laufende eingeleisige Tunnels, wodurch für den Fall einer Störung in dem einen Tunnel der andere für den Verkehr offen bliebe. Die Gesammtlänge der unterirdischen Anlage (d. h. jedes Tunnels) beträgt 4000 Meter, von denen 1600 Meter unter dem Flußbette liegen.

In England sind in neuester Zeit zwei subaquate Tunnels ausgeführt worden, welche von hervorragendem technischen Interesse sind. Der eine derselben ist unter dem Severn in der Nähe von Bristol geführt, der zweite verbindet Liverpool mit Birkenhead und läuft unter dem Mersey. Der Severntunnel, der eine Länge von 7·3 Kilometer (6 Kilometer unter Wasser) hat, wurde nach den Plänen des Ingenieurs Richardson von der Great Western Railway Co. in der verhältnißmäßig langen Zeit von 1873 bis 1886 erbaut. Man muß aber die ganz beträchtlichen Erschwernisse, welche diese Anlage mit sich brachte, in Berücksichtigung ziehen, um zu erkennen, daß der scheinbar so große Zeitaufwand in der That kein so beträchtlicher ist. Noch im Jahre 1880, als der Bau bereits weit fortgeschritten war, hatte ein Wassereinbruch eine völlige Ausfüllung des Stollens zur Folge. Viele Monate waren nun nur von den Pumparbeiten in Anspruch genommen. Im Jahre 1883 erfolgte ein zweiter Wassereinbruch, der ähnliche langdauernde Arbeitsstörungen zur Folge hatte, obwohl in dieser Bauperiode bei 4000 Arbeiter beschäftigt waren.

Der Severntunnel ist zweigeleisig, hat eine lichte Höhe und Breite von je 8 Meter, und liegt mit seinem Gewölbschlusse 18 Meter unter dem Niederigwasser,

30 Meter unter dem Hochwasser. Die geringste Dicke zwischen dem Gewölbe und der Sohle des Flußbettes beträgt 10 Meter.

Der Merseytunnel hat eine Länge von 3·2 Kilometer, ist also bedeutend kürzer als der Severntunnel. Er hat die gleiche lichte Breite wie dieser (8 Meter), während seine lichte Höhe nur 6 Meter beträgt. Die vom Gewölbe zu tragende Bodenschichte hat an ihrer schwächsten Stelle eine Höhe von etwa 11 Meter. Hergestellt wurde diese Anlage in den Jahren 1881 bis 1885. Sie hat also einen bedeutend geringeren Zeitaufwand erfordert, als jene unter dem Severn, trotzdem



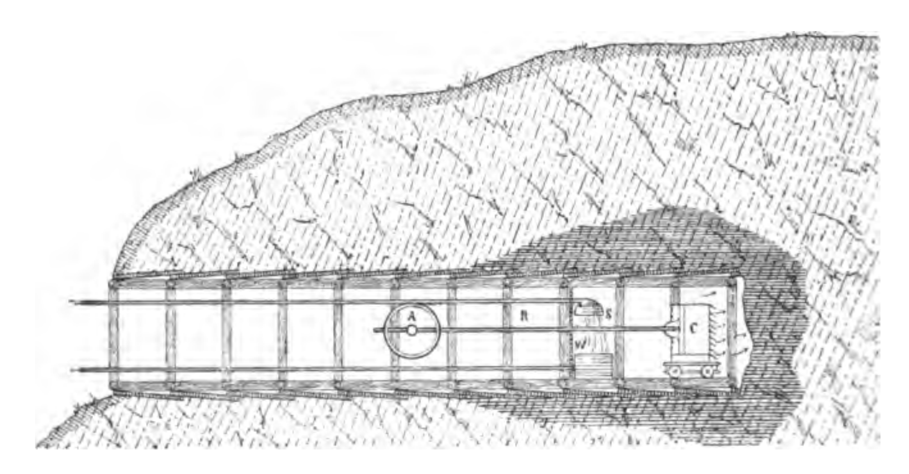
Der Merseytunnel mit den Entwässerungs- und Ventilationsanlagen.

auch hier zeitraubende Vorarbeiten durchzuführen waren. Man hatte zunächst zwei 55 Meter tiefe Schachte angelegt, über welchen Pumpen installirt wurden, deren Leistungsfähigkeit eine sehr bedeutende war. Es konnten im Nothfalle bis 6000 Gallonen in der Minute ausgeschöpft werden. Auf der Birkenheader Seite, wo das Gestein ziemlich weich ist, gelangte die Tunnelbohrmaschine von Beaumont, auf der Liverpooler Seite die S. 105 beschriebene Crampton'sche Maschine in Anwendung.

Mit dem Merseytunnel ist eine permanente Entwässerungs- und Ventilationsanlage verbunden, welche in der beistehenden Abbildung im Durchschnitte dargestellt ist und zu deren Erläuterung einige Worte nothwendig sind. Die Entwässerungs-

anlage besteht aus einem unter dem Planum laufenden, mit diesem durch kurze Schachte verbundenen Stollen, in welchem sich das Sickerwasser ansammelt. Entfernt wird dasselbe durch je ein an den beiden Ufern über dem Tunnel installirtes Pumpwerk. Der Ventilation dient ein zweiter, ober der Tunnelwölbung laufender Stollen, von dem kurze, schiefgestellte Schachte in den lichten Raum des Tunnels münden. Dieser Luftstollen steht mit großen Flügelgebläsen in Verbindung, welche neben den vorbeschriebenen Pumpwerken etablirt sind.

Zu den Hilfsmitteln, wasserhältigen Gebirges Herr zu werden, zählt auch das in allerjüngster Zeit von F. H. Poetsch erfundene sogenannte »Gefrierverfahren«. Der Erfinder, ein Berg- und Hüttenmann von Beruf, beschäftigte sich in seinen freien Stunden mit Elektrotechnik. Er suchte einen Strom so stark zu



Stollenbau mittelst des Gefrierverfahrens.

erzeugen, um von Europa aus mittelst eines elektrischen Druckapparates in Amerika und Australien Zeitungen drucken zu können und fand, indem er mit heißer und kalter Luft operirte, das Gefrierverfahren. Ursprünglich glaubte der Erfinder, daß seine Erfindung sich nur die Aufgabe zu stellen habe, Schächte im wasserreichen und schwimmenden Gebirge sicher, lothrecht und innerhalb einer fest bemessenen Zeit herzustellen. Es hat sich aber gezeigt, daß dieses Verfahren sich auch bei Fundirung tiefer Brückenpfeiler, und ebenso beim Tunnelbau gute Dienste leistet.

Das Gefrierverfahren ist charakterisirt durch die Ueberführung des Grundwassers in den festen Aggregatzustand vor der Ausführung des Tiefbaues, Erhaltung der hergestellten Frostmauer während des Abbaues, beziehungsweise während der Herstellung der Zimmerung oder Mauerung. Die Abkühlung des Erdreiches, welche das Gefrieren des in demselben enthaltenen Wassers bezwecken soll, wird auf die Weise ausgeführt, daß man mit Hilfe einer beliebigen Kälteerzeugungsmaschine Luft abkühlt und in den isolirten Raum einbläst, oder daß

man mit einer solchen Maschine eine Haloïdsalzlauge bis — 30° C., oder Alkohol bis — 50° C. abkühlt und diese Flüssigkeit in den abzukühlenden Raum niederfallen läßt. Für das Gefrierverfahren von Poetsch werden sowohl Carré'sche Eismaschinen als solche von Windhausen angewendet. Für die Größe der Kälteerzeugungsmaschine, welche im Einzelfalle zur Anwendung zu bringen ist, sind die Art des Gebirges, der cubische Inhalt der zum Gefrieren zu bringenden Massen und die Dauer der Ausführung maßgebend. Aus dem Wassergehalt und den übrigen Bestandtheilen des zu erstarrenden Gebirgstheiles läßt sich berechnen, wie viele Wärmeeinheiten entzogen werden müssen. Sind also alle diese Größen bekannt, so läßt sich durch Rechnung bestimmen, welches die Wirkung der Kälteerzeugungsmaschine in der Zeiteinheit sein muß. Besitzt man eine bestimmte Eismaschine, so läßt sich, alle anderen Umstände als bekannt vorausgesetzt, die Zeit berechnen, innerhalb welcher eine gewisse Gebirgsstrecke zum Gefrieren gebracht werden kann.

Die nebenstehende Darstellung zeigt einen im schwimmenden Gebirge hergestellten Stollen. Es wird durch die Wand W ein isolirter Raum hergestellt und die Luft in demselben durch eine Haloïdlösung von — 12° bis 15° C. abgekühlt, die man durch das Rohr R einpumpt und bei S in Form eines feinen Regens niederfallen läßt. C ist ein Cylindergebläse, welches von A aus in Betrieb gesetzt wird und den Zweck hat, die kalte Luft an die Wand zu pressen, wodurch das Gefrieren des Gebirges beschleunigt wird. Ist das Gebirge einen Meter tief gefroren (in der Zeichnung dunkler schraffirt), so kann der Stollen weiter vorgetrieben werden, als wenn vollkommen trockenes Gebirge vorhanden wäre. Die Arbeiter sind hierbei vor aller Gefahr des Ertrinkens oder Verschüttetwerdens bewahrt und haben auch von der kalten Luft nichts zu befürchten, da die Luft im Arbeitsraume durch ein mit Condenswasser oder Dampf erwärmtes U-Rohr auf einer bestimmten angenehmen Temperatur erhalten wird, ohne daß hierbei der Frostmauer durch vorzeitiges Aufthauen Schaden zugefügt würde.

Damit hätten wir Alles Wissenswerthe über den Tunnelbau vorgeführt. Zu den großen Mauerwerkskörpern einer Bahn, welche in dieses Fach einschlagen, gehören noch die Gallerien und die Unterfahrungen von Muhrbrüchen und Torrenten. Die ersteren werden entweder an den Lehnen brüchiger Gebirge hingeführt, um den Bahnkörper von Steinschlägen und Felsabstürzen zu schützen, oder einem eventuellen starken Schube entgegenzuarbeiten, kurz, der Anlage größere Festigkeit zu geben. Vielfach werden solche Gallerien im natürlichen Felsterrain hergestellt, wenn der Tunnelraum in geringer Entfernung von der Außenfläche der Lehne sich befindet und durch Pfeileröffnungen, die ins Freie münden, theils eine ausgiebige Ventilation des Tunnels, theils eine größere Festigung der Lehne erzielt wird. Solche Anlagen findet man weniger häufig im Gebirge als an den Felsufern des Meeres, längs welchen die Bahn hinzieht.

Verschieden von diesen Anlagen in Bezug auf örtliche Disposition und Zweck sind die Lawinenschutz-Gallerien, welche zum erstenmale auf der Fell'schen

Zahnradbahn am Mont Cenis — der Vorläuferin der eigentlichen Cenisbahn — in Anwendung kamen. In ihrem Profil sind diese Anlagen sehr einem Tunnelbau ähnlich, mit dem Unterschiede, daß sie thalseits durch Pfeilerstellungen eine hallenförmige Front erhalten, was indes nicht immer nothwendig ist. Um den Stoß der oft mit enormer lebendiger Kraft abgehenden Lawinen zu paralysiren, wird der Gewölbsschluß mit einer gepflasterten schiefen Ebene abgedeckt, auf welcher die Schneemassen abgleiten können.

In Amerika, und zwar auf den die Felsengebirge und die Sierra Nevada übersteigenden pacifischen Linien, hat man bisher von gemauerten Schneegallerien abgesehen und an ihrerstatt starke Zimmerungen angewendet, was bei dem großen Holzreichthum der dortigen Gegenden gewiß das Rationellste ist. Hierbei hat man zwei Typen zu unterscheiden: Schneeschutzgallerien schlechtweg, welche sich als eine ununterbrochene Ueberdeckung der ganzen in der Region des hohen Schnees liegenden Bahn darstellen, und Lawinenschutzdächer. Letztere werden in Anbetracht der Wucht der abgehenden Schneemassen beträchtlich stärker hergestellt. Man giebt ihnen die Gestalt tunnelartiger Durchfahrten, oder die eines Pultdaches, das sich möglichst steil an den Felsabhang anstemmt. In dem Maße, als dieses Pultdach flacher ist, muß das Gebälke widerstandskräftiger werden. Während die gewölbten Schutzbauten gegen Lawinen den Luftraum innerhalb der Gallerie auf ein Geringes reduciren, fassen hingegen die gezimmerten Lawinendächer einen so großen Luftraum, daß keiner der der Gallerie anhaftenden Uebelstände hier empfunden wird.

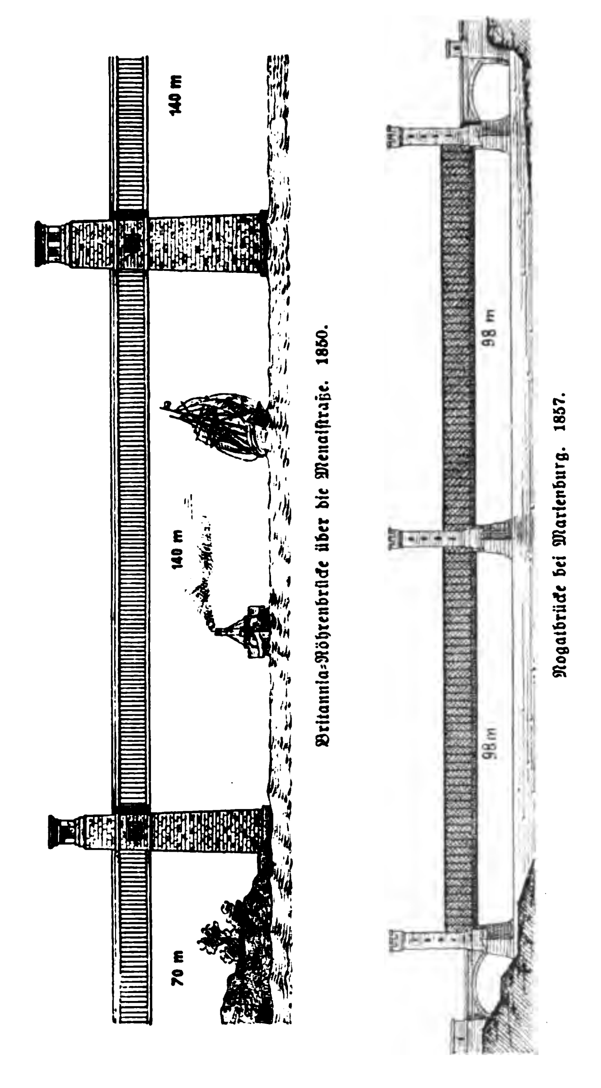
Auf den Alpenbahnen hat sich vielfach die Nothwendigkeit ergeben, durch Unterfahrungen der aus den Seitenschluchten hervorgebrochenen Muhren den Gefahren auszuweichen, welche den zu Zeiten mit furchtbarer zerstörender Kraft niedergehenden Wildwassern innewohnt. Diese Unterfahrungen werden tunnelartig hergestellt und mit einem solid gemauerten Gerinne für das Hochwasser abgedeckt. An minder gefährlichen Stellen begnügt man sich mit den bei Wildwasserverbauungen üblichen Methoden mit durchschnittlich gutem Erfolge.

---

3. Die Eisenbahnbrücken.

Wir haben bereits früher einmal hervorgehoben, daß die Werke der Brückenbaukunst dasjenige Element einer Eisenbahnanlage sind, welches dem Auge am auffälligsten entgegentritt und dadurch maßgebend für den malerischen Anblick des betreffenden Schienenweges ist. Zugleich zeigt sich in diesen Bauwerken der Grad der Kühnheit in der Disponirung der Trace und das technische Können rücksichtlich des zu überwindenden Hindernisses. Ein hervorragender Eisenbahntechniker hat einmal gegenüber dem Verfasser dieses Werkes die Bemerkung gemacht: Eisenbahnen, welche sich durch besonders kühne und elegante Brückenanlagen auszeichnen, seien

dem Bedürfnisse der betreffenden Constructeure, für die — illustrirten Zeitschriften zu arbeiten, entsprungen. Mag dieser Bemerkung auch keine andere Bedeutung als die eines schlagfertigen Witzes innewohnen, so trifft sie gleichwohl den Nagel auf den Kopf. Eine großartige Brückenanlage ist ein Kunstwerk, und so rechnet der Künstler auf die Bewunderung seiner Schöpfung, mag es auch unter ganz anderen Voraussetzungen entstanden sein.



Britannia-Röhrenbrücke über die Menaistraße. 1850.

Nogatbrücke bei Marienburg. 1857.

So kommt es, daß das Kunstwerk (im technischen Sinne) nicht immer den ästhetischen Anforderungen entspricht. Auch das Bedürfniß nach effectvoller Schaustellung tritt zuweilen hinter dem durch die örtlichen Verhältnisse gegebenen Zwang, bedeutende Anlagen zu schaffen, zurück. Dies gilt ganz besonders von den amerikanischen und neuerdings von einigen englischen Constructionen. Dort waren die Riesenströme Missisippi und Messouri ganz darnach, die Unternehmungslust und die Leistungsfähigkeit der Techniker herauszuforderen. Zudem tritt bei dem Ueberwiegen des praktischen Bedürfnisses das ästhetische fast ganz in den Hintergrund. Allerdings ist nicht zu leugnen, daß ein im technischen Sinne stylvoll durchgeführtes Brückenwerk schon an sich einen vortheilhaften, also ästhetischen Eindruck auf den Beschauer macht, angesichts der zur Geltung kommenden Dimensionen und deren Anpassung an den angestrebten Zweck. Werden nun sogenannte »künstlerische Zuthaten«, Ornamente, Maßwerk u. dgl., angebracht, so heißt dies den angestrebten Zweck verkennen und dem Bauwerke den Schein von etwas Anderem geben, als es in der That ist. Als Grundsatz hat zu gelten: Decorire die Construction, aber construire niemals eine Decoration.

Dem Laien wird es selten klar, weshalb die eine Maschine plump und ungefüge, die andere leicht und elegant erscheint; ihm wird beim Vergleiche von Stephenson's Röhrenbrücke über den Menaicanal und der dicht daneben befindlichen Hängebrücke von Telford erstere nur durch ihre Massenhaftigkeit imponiren, letztere aber wegen ihrer graziösen Schönheit gefallen. Für den Techniker liegt die Schönheit einer Maschine, einer Construction darin, daß der Zweck mit dem Aufwande von gerade genügendem Material erreicht erscheint. Das Zweckmäßige ist also zugleich schön, während der in die Augen fallenden Unzweckmäßigkeit zugleich eine unkünstlerische Wirkung zukommt.

Die Nothwendigkeit, Brücken herzustellen, ergiebt sich in der Regel überall dort, wo die Continuität des Bahnkörpers durch örtliche Verhältnisse unterbrochen wird. In diesem Sinne wären also nur Flußläufe oder Schluchten als maßgebend anzusehen. Es ergeben sich aber Umstände, durch welche die Einführung von Brückenbauten in den Zug des Bahnkörpers sich als nothwendig erweisen, ohne daß von einem eigentlichen Hindernisse die Rede ist. Dieser Fall tritt beispielsweise ein, wenn eine Straßenkreuzung im Niveau vermieden, oder der Herstellung eines allzu großen Dammes aus dem Wege gegangen werden soll. Außerdem wird man sich fast immer, wenn die Bahn am Gehänge in hoher Lage dahingeführt ist und ein Querthal im Wege steht, für die Ueberbrückung des letzteren entscheiden, um der Nothwendigkeit, die Trace durch eine Schleifenanlage unzweckmäßig zu verlängern, auszuweichen. Gerade diese Thalüberbrückungen sind es, welche sich entweder durch außergewöhnliche Höhe oder bedeutende Länge bei Anwendung der größten zulässigen Spannungen auszeichnen. Die längsten eisernen Bahnbrücken in Europa und Amerika sind:

Taybrücke	3300 Meter	
Mississippibrücke bei Memphis (fertiggestellt im April 1892)	3260 »	
Forthbrücke	2394 »	
Moerdybrücke	1470 »	
Wolgabrücke bei Syzran . .	1438 »	
Weichselbrücke bei Fordon . .	1325 »	(die längste in Deutschland)
Thornerbrücke	1272 »	
Graudenzerbrücke	1092 »	u. s. w.

Die größten Spannungen wurden bisher bei nachstehenden Brücken erreicht:

Forthbrücke (Kragträger)	521·2 M.
Brooklyn-Hängebrücke . .	487·7 »
Niagara-Hängebrücke . . .	250·2 »
Viaurviaduct (Kragträger) .	250 »
Sukkurbrücke (Kragträger) .	249·9 »
Hängebrücke bei Freiburg (Schweiz)	246 »
Mississippibrücke bei Memphis	240·9 M.
Clifton-Hängebrücke . . .	214 »
Ménoc-Hängebrücke . . .	176·8 »
Garabitbrücke (Bogen) . .	164·6 »
Duerobrücke (Bogen) . .	160 »
Harlemerbrücke (Bogen) . .	155·5 »

St. Louisbrücke (Bogen)	153 M.	Niagara-Kragbrücke . . .	143·3 M.
Addabrücke bei Paderno (Bogen)	150 »	Britanniabrücke (Röhren) .	140 »

Die Riesenbrücke über den Hudson, zu der im Sommer 1891 die Vorarbeiten begonnen haben, wird im Mitteltheile eine Spannweite von 868 Meter erhalten, also ein Mehr von 347 Meter gegenüber der Forthbrücke. Unter den längsten amerikanischen Bahnbrücken figurirt die anfangs November 1882 fertiggestellte, über den Pecos-River der Süd-Pacificbahn (Texas), mit 763 Meter.

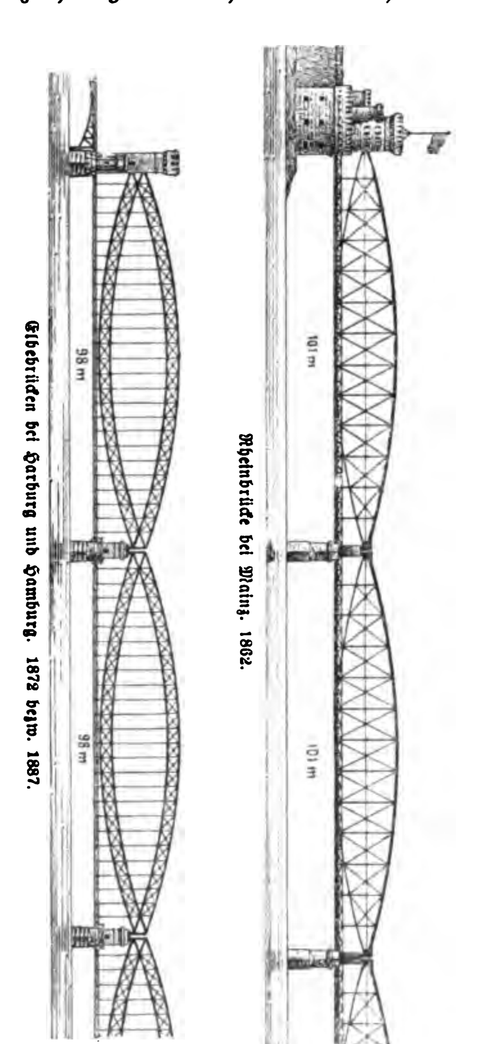
Die höchsten Bahnbrücken sind zur Zeit:

Pecosviaduct	100·6	Meter	(Nordamerika)
Kinzuaviaduct	92	»	»
Trisannaviaduct	86	»	(Tirol)
Verrugasviaduct	77·8	»	(Peru)
Eisackbrücke b. d. Franzensfeste	76·3	»	(Tirol)
Kentuckyviaduct	75	»	(Nordamerika)
Portageviaduct	62	»	
Bouleviaduct	57·5	»	(Frankreich)
Crumlinviaduct	53	»	(Südwales) u. s. w.

Zur Kennzeichnung der mancherlei Brückentypen ist es nothwendig, einige Bemerkungen über deren Lage im Terrain, über das zur Verwendung gelangende Material, die Constructionssysteme u. s. w. vorzubringen. Im Allgemeinen bedient man sich der Bezeichnung »Brücke«, wenn das zu überbauende Hinderniß ein fließendes oder stehendes Gewässer ist. Thalüberbrückungen sowie solche Constructionen, welche an Stelle eines Dammes treten, werden gemeinhin »Viaducte« genannt. Die Unterscheidung von Brücke und Viaduct wird, zum Mindesten im Sprachgebrauche, nicht immer streng beachtet. In Bezug auf das zur Verwendung gelangende Material werden die Brücken in steinerne, hölzerne, eiserne und stählerne Brücken, in Bezug auf die Constructionssysteme Balkenbrücken, Hängebrücken und Bogenbrücken, zu welchen in neuester Zeit auch noch die Kragbrücken hinzugekommen sind, eingetheilt. Schließlich giebt es feste und bewegliche Brücken, welch' letztere wieder in Dreh-, Hub-, Roll- und Zugbrücken zerfallen. Die Classification in provisorische und definitive Brücken ergiebt sich aus den betreffenden Bezeichnungen.

Betrachten wir nun vorerst die Brücken nach ihren Constructionssystemen. Die Classification in Balken-, Hänge- und Bogenbrücken beruht auf der Art der Lastübertragung auf die Auflagerpunkte, je nachdem auf diese senkrechter Druck, Zug oder Schub ausgeübt wird. Die einfachste Art der Balkenbrücke ist der vollwandige Träger. Derselbe findet zur Zeit nur mehr bei sehr kleinen Oeffnungsweiten Anwendung, während er früher für große Spannweiten benützt wurde. Typisch für dieses Constructionssystem ist die berühmte »Britanniabrücke« des jüngeren Stephenson, welche den Meeresarm von Menai zwischen dem englischen

Festlande und der Insel Anglesey übersetzt und eine größte Spannweite von 140 Meter aufweist. Da hier die Blechträger oben und unten geschlossen sind, die Brücke also einen vollständigen röhrenförmigen Kasten bildet, hat sie die Bezeichnung als »Röhrenbrücke« erhalten. Eine ähnliche Construction ist die Victoriabrücke über den St. Lorenzstrom bei Montreal.



Elbebrücken bei Harburg und Hamburg. 1872 bezw. 1887.

Rheinbrücke bei Mainz. 1862.

Es leuchtet ohneweiters ein, daß bei den vollwandigen Blechträgern eine sehr ansehnliche Materialverschwendung sich geltend macht. Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man an Stelle der Wände ein dichtes Maschenwerk von Stäben gesetzt, deren statische Wirkungsweise der Vollwand annähernd gleichkommt. Auf diese Weise entstanden die Gitter- oder Netzwerkträger, für welche die hier abgebildete Nogatbrücke bei Marienburg (erbaut von Lentze) ein typisches Beispiel abgiebt. Principiell war die Gliederung der vollen Blechwand in ein System von Stäben richtig, doch wurde auch bei dieser Constructionsweise der Materialverschwendung nur in geringem Maße begegnet. Es lag sonach der Gedanke nahe, das Netzwerk noch weiter zu lockern, d. h. die Zahl der Stäbe, bei gleichzeitiger stärkerer Dimensionirung derselben, zu verringern. So entwickelte sich der Fachwerksträger, welcher zuerst von dem jüngeren Brunel construirt wurde. Das System ist typisch für alle folgenden Constructionen geworden, wenn auch im Detail mancherlei Abweichungen sich ergeben.

Die Fachwerkträger hatten ursprünglich (gleich den Blech- und Netzwerkträgern) oben und unten horizontale Begrenzungsbalken (sogenannte »Gurtungen«), und hießen diese letzteren demgemäß »Parallelträger«. Indem man nun die obere Gurtung krümmte, entstand der »Bogensehnenträger«, der bald als Halbparabel-, bald als Parabelträger construirt wird. Die Combination von Parabel- und Halbparabelträgern bei einer und derselben Brücke findet vielfach dort Anwendung,

wo es sich um eine mittlere, große und mehrere kleinere Oeffnungen handelt. Wird der obere Gurt noch stärker gekrümmt, so daß seine Endpunkte mit denen des unteren zusammenfallen, so entsteht, je nach der Art der Krümmung, der »Parabelträger« oder der »Schwedlerträger«, bei welch' ersterem die gekrümmte Seite auch häufig unten angeordnet wird. Beide Arten von Trägern finden nur bei kleineren und mittleren Oeffnungsweiten Anwendung. Durch Krümmung beider Gurten entsteht der »Fischbauchträger«. Eine Abart desselben ist der durch eine besondere geometrische Form der Krümmung charakterisirte »Pauli'sche Träger«. Als Beispiel

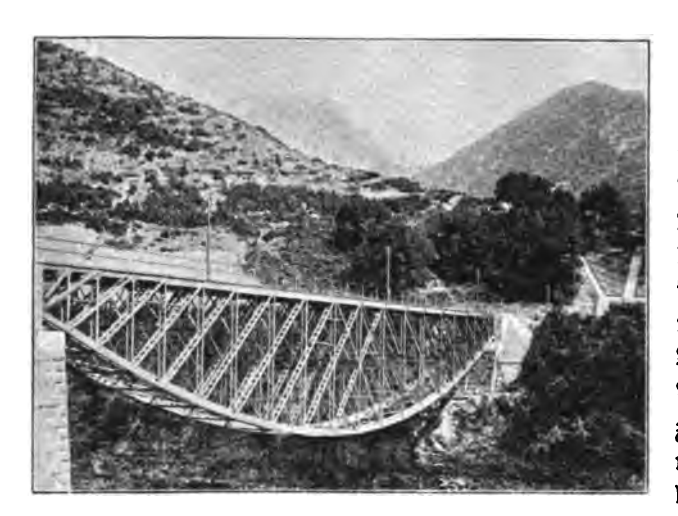


Parabelträger (Oetzthalviaduct an der Arlbergbahn).

hiefür diene die Rheinbrücke bei Mainz. Der Schwedlerträger zeigt in der Mitte parallele Gurtungen und in Folge dessen schärfere Krümmung des Obergurtes an den Enden.

Eine Abart der Balkenbrücken, die, obwohl bereits in den Sechziger-Jahren theoretisch hergestellt, erst in jüngster Zeit zur Ausführung kam, sind die sogenannten »Kragträger«, nach ihrem Erfinder (Gerber) auch »Gerberträger« geheißen. Sie werden ohne Rüstung erbaut, wodurch es möglich ist, beliebig große Oeffnungsweiten zu überspannen. Die hier abgebildete Niagarabrücke (von Schneider erbaut) wurde, ohne Einrüstung der Mittelöffnung, in der beispiellos kurzen Zeit von drei Monaten fertiggestellt. Dieses Brückensystem kann, da Kragarme und Mittelträger unabhängig von einander durchgebildet werden können, auch in anderen Formen zur Anwendung kommen.

Die großartigste nach diesem System erbaute Brücke ist jene über den Firth of Forth. Sie ist hervorragend durch den kolossalen Aufwand von Material, durch die Kühnheit ihrer Anlage und die bedeutenden Schwierigkeiten, welche die Fundamentirung der Pfeiler hervorrief. Vom ästhetischen Standpunkte befriedigt sie nicht, doch mag zur Entschuldigung ihrer Erbauer hervorgehoben werden, daß in Folge der Nothwendigkeit großer Spannweiten einerseits und bedeutender Höhe über dem Wasserspiegel andererseits die gewaltige Dimensionirung der constructiven Theile zwingend gegeben war und die Anwendung des Kragsystems eine Entlastung der Massen nicht gestattete. Dadurch hat das Bauwerk jene schwerfällige, plumpe Gestalt erhalten, die zwar nichts weniger als schön genannt werden kann, aber durchaus dem Zweckmäßigkeitsprincipe entspricht. Mit diesem Riesenwerke wurde ein Umweg von nicht weniger als 240 Kilometer erspart.

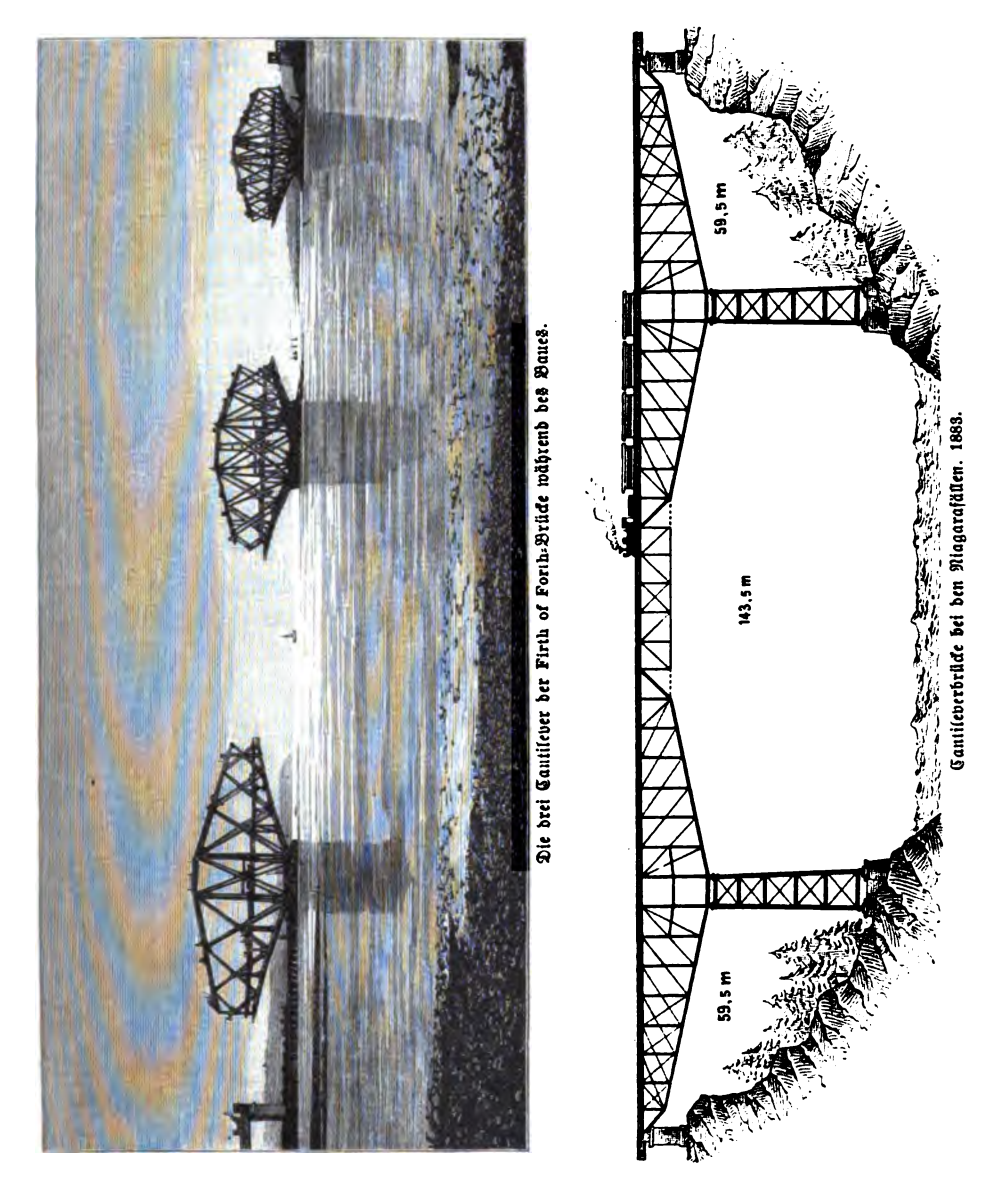


Parabelträger (Anordnung nach abwärts).

Die Forthbrücke hat übrigens eine eigenartige Vorgeschichte. Bereits im Jahre 1873 hatte sich die betreffende Baugesellschaft constituirt, um das vom Ingenieur Thomas Bouch ausgearbeitete Project zur Ausführung zu bringen. Es war eine ungemeine kühne Hängebrücke mit zwei Oeffnungen von je 480 Meter. Schon waren die breiten Brückenthürme in Angriff genommen, als in der Nacht des 24. December 1879 in Folge eines heftigen Sturmes ein Theil der Taybrücke einstürzte und den auf ihr befindlichen Schnellzug in die Tiefe riß, wobei 100 Menschen das Leben verloren. Dadurch wurde die Forth-Company stutzig gemacht und sie zog in Erwägung, ob die projectirte Hängebrücke dem Winddrucke einen hinreichenden Widerstand entgegensetzen würde. Das Ergebniß der Untersuchung ließ berechtigte Zweifel über die Zweckmäßigkeit der adaptirten Construction aufkommen, und die Folge war, daß sie gänzlich verworfen und ein mittlerweile von den Ingenieuren Fowler und Baker ausgearbeitetes Project nach dem Cantilever- oder Kragsystem zur Ausführung angenommen wurde.

Die Stelle des Firth of Forth, über welche die Brücke gebaut worden ist, hat eine Breite von circa 19 Kilometer. Da aber die Insel Inchgarvie in der Richtungslinie lag, war es möglich, in ihrer unmittelbaren Nähe einen sicheren

Standort zu gewinnen und damit die Brücke in zwei Spannungen, je von 521 Meter lichter Oeffnung, zwischen den Pfeilern herzustellen. Jeder der Haupt-



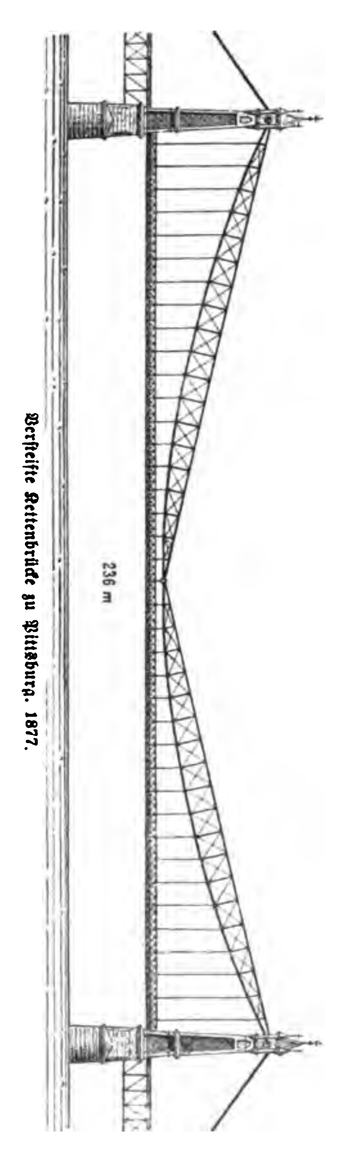
Die drei Cantilever der Firth of Forth-Brücke während des Baues.

Cantileverbrücke bei den Niagarafällen. 1883.

pfeiler, welche sich bis zu 106 Meter über den Fluthspiegel des Meeresarmes erheben, besteht aus vier mächtigen stählernen Säulen, welche durch horizontale und diagonale Streben miteinander versteift und etwas einwärts geneigt sind, so daß deren Abstand von einander an der Basis 35·5 Meter, an der Spitze 9·7 Meter

beträgt. Die Pfeiler stehen auf granitenen Sockeln, deren Fundirung — wie wir später sehen werden — erhebliche Schwierigkeiten verursachte.

Um dem Leser einen Begriff von den Materialmassen, welche bei diesem Baue bewältigt werden mußten, zu geben, seien die nachfolgenden Daten angeführt. Das Gewicht der Pfeilerthürme betrug für Inchgarvie 4060, für den Nord- und Südthurm 46·180 Tons. Die Pfeiler erforderten 18.000 Tons Mauerwerk und die Brücke an 50.000 Tons Stahl. Für das Zusammenfügen der Theile waren über 8 Millionen Rietnägel erforderlich. Um die Metallconstruction gegen das Rosten zu schützen, mußten 6 Millionen Quadratmeter Oberfläche dreimal mit Oelfarbe überstrichen werden. Die für die röhrenförmigen stützenden Theile der Construction verwendeten gebogenen Stahlplatten würden, aneinandergereiht, die erstaunliche Länge von 70 Kilometer erreicht haben. Der Bau der Brücke begann im April 1883 und war Anfangs Januar 1890 vollendet. Die Gesammtkosten beliefen sich auf rund 30 Millionen Gulden; die Arbeiterzahl schwankte in der lebhaftesten Bauzeit zwischen 4000 und 5000.



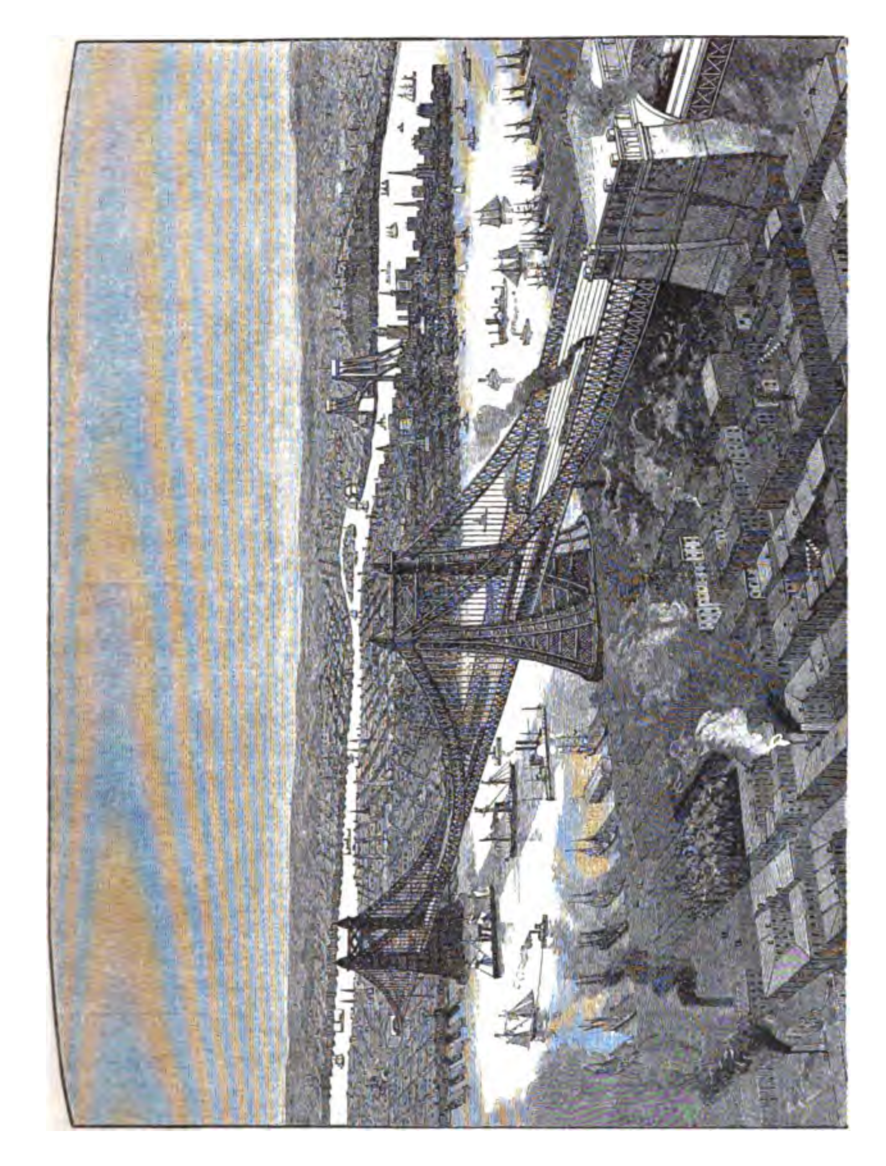
Versteifte Kettenbrücke zu Pittsburg. 1877.

Wir kommen nun zu einem anderen Constructionssystem, den **Hängebrücken**. Man unterscheidet, abgesehen von der Verwendungsform des Materials als Kette oder Drahtseil, welche die Wirkungsweise des Trägers nicht beeinflußt, zwei besondere Arten: die »unversteifte« (oder unvollkommen versteifte) und die »versteifte« Hängebrücke. Erstere, früher allein angewendet, besteht aus der an die einfachen Tragketten oder Tragkabel aufgehängten, mehr oder weniger durch Längsträger gegen Höhenschwingungen gesicherten Fahrbahn. Es leuchtet ein, daß bei dieser Brückenart eine nicht gerade in der Mitte befindliche Belastung den Tragketten eine andere Form zu geben bestrebt ist. Mit der Bewegung der Last würde diese Formveränderung ebenfalls fortschreiten. Um dies nun zu verhindern, versieht man die Fahrbahntafel mit eisernen oder hölzernen Trägern, welche die Belastung auf einen längeren Theil der Kette übertragen ... Das Princip der versteiften Hängebrücke besteht darin, daß entweder durch Verbindung parallel übereinander laufender Kabel oder Ketten, oder durch feste Eisen-



Die Denver- und Rio Grande-Eisenbahn im Thale des Rios de las Animas.

construction die Tragwände in der verticalen Ebene unverschieblich gemacht werden, wodurch die vorerwähnten Schwankungen hintangehalten werden. Die vorstehend dar-



Die projectirte Hängebrücke über den Hudson zwischen New-York und Hoboken.

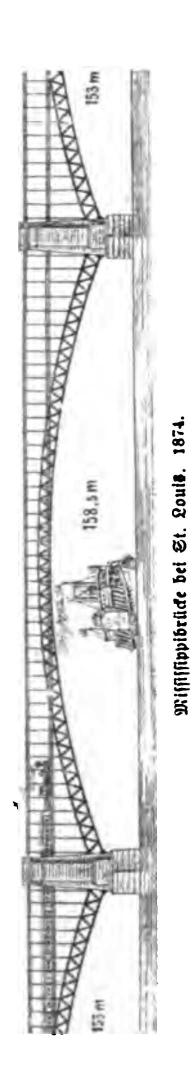
gestellte Brücke über den Monongahela bei Pittsburg, erbaut von Hemberle, zeigt eine eigenartige Form der Versteifung mit Mittelgelenk. Häufiger findet man die Anwendung paralleler Ketten oder Kabel mit Dreiecksverbindung zwischen einander, wie sie unter anderem die projectirte Hudsonbrücke zeigt.

Diese letztere, deren Vorarbeiten, wie bereits erwähnt, im Sommer 1891 in Angriff genommen worden sind, kann bis auf Weiteres noch als der großartigste Brückenbau angesehen werden. Von ihrer Spannweite (Mittelbahn: 868 Meter) und ihrer Höhe (46 Meter) abgesehen, zeichnet sich die Construction hauptsächlich durch drei übereinander liegende Fahrbahnen aus, von denen indes vorerst nur die unterste zur Ausführung gelangen soll. Dieselbe wird zunächst 6, später 8 Schienengeleise für den regelmäßigen Eisenbahndienst zu tragen haben; auf der zweiten (mittleren) Fahrbahn sollen 4 Geleise für den Schnellzugsverkehr und 2 Geleise für den Güterdienst hergestellt werden; die oberste Brückendecke endlich wird als 6 Meter breiter Fußgängerweg eingerichtet. Von einem Fahrweg für Fuhrwerke mußte abgesehen werden, da die Zugangsstellen zu tief liegen. Der Plan der Brücke ist auf den Verkehr begründet, welcher gegenwärtig auf dem New-Jerseyer Ufer besteht. Es verkehren nämlich daselbst täglich über 150 Schnell- und 680 Localzüge. Die im Betriebe stehenden Fähren befördern zur Zeit etwa 52 Millionen Menschen im Jahre, und man nimmt an, daß von dieser Zahl mindestens 30 Millionen die Brücke schon im ersten Jahre ihres Bestehens benützen würden, wobei auch die Steigerung des Verkehrs innerhalb der nächsten zehn Jahre, während welcher die Brücke fertiggestellt sein soll, nicht Rücksicht genommen ist.

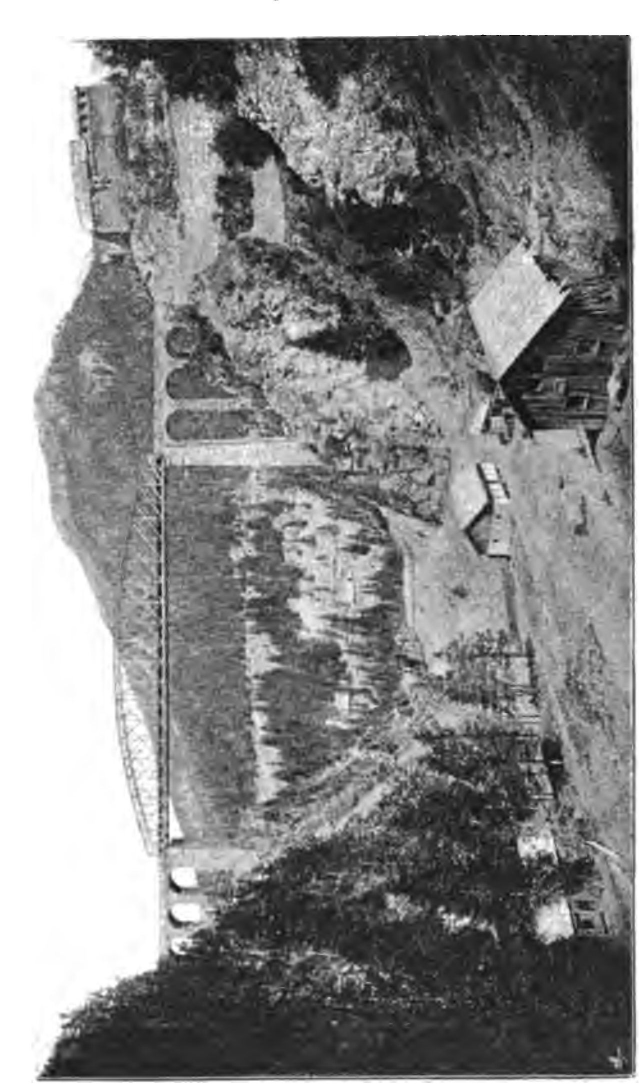
Das dritte Constructionssystem sind die Bogenbrücken, welche nach Art der gewölbten Steinbrücken ausgeführt werden. Sie fanden schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts in England Anwendung und wurden aus Gußeisen hergestellt. Jetzt freilich findet Gußeisen keine Anwendung mehr und auch die Gewölbeanordnung ist verlassen worden, nachdem sich ergab, daß das Gußeisen hiefür ungeeignet ist. Kleine Bogenbrücken werden mit vollwandigen Bögen, größere mit solchen aus Fachwerk hergestellt. Die bedeutendste Bogenbrücke ist die von Eads erbaute Mississippibrücke, bei welcher Stahl in Anwendung kam. Ihre Fertigstellung erfolgte am 18. September 1872. Sie besitzt drei Felder, deren mittleres 158·5 Meter lang ist, während die Endspannweiten je 153 Meter Länge aufweisen. Jedes Feld ist vermittelst eines Bogens überspannt, auf welchen durch Einschaltung von verticalen Streben die Fahrbahn ruht. Letztere trägt zwei Eisenbahngeleise und über denselben eine Fahrstraße und Gehsteige für Fußgänger. Die Bogen bestehen aus zwei concentrischen röhrenförmigen Gurten aus Stahl, welche durch ein mit denselben gelenkförmig verbundenes Netzwerk vereinigt sind. Die Montirung erfolgte ohne Rüstung, indem man durch zwei provisorische Aufbauten auf den Pfeilern die Bogenhälften in Kragarme verwandelte.

In neuerer Zeit führt man Bogenbrücken häufig mit gelenkartigen Auflagerungen und bisweilen auch mit einem Scheitelgelenk aus. Solche Brücken sind einfach als umgekehrte, versteifte Hängewerke anzusehen, wobei in den Tragwänden hauptsächlich Druck statt Zug auftritt. Mitunter werden die Bogenträger auch über der Fahrbahn angeordnet, wobei alsdann diese zur Ausgleichung des Bogenschubes, also zur Verankerung der Auflager benützt wird.

Rücksichtlich des bei den Brückenbauten zur Verwendung gelangenden Materials entscheiden die jeweiligen Verhältnisse oder Dispositionen. **Steinerne Brücken** finden ihre Anwendung vornehmlich dort, wo das zu verwendende Material zur Hand ist, alsdann bei Disponirung der Trace an Gehängen mit seit-



Mississippibrücke bei St. Louis. 1874.



Trisannaviaduct in der Arlbergbahn.

lichen Schluchten und Thalübersetzungen, die in Curven liegen. **Holzbrücken** finden zur Zeit mäßige Anwendung, weil ihre Instandhaltung sehr theuer ist. Indes findet das Holz bei Reconstructionen und sogenannten »Provisorien« nach eingetretenen Betriebsstörungen durch Elementarereignisse zweckentsprechende Verwendung und sind insbesondere in Gebirgsländern zum Theil großartige Anlagen

dieser Art innerhalb kurzer Frist zur Ausführung gekommen. Eine hervorragende Rolle spielten die hölzernen Brücken in Nordamerika, wo die Ingenieure im Anbeginne des Bahnbaues fast ausschließlich auf das in so reichlicher Menge vorhandene Material angewiesen waren. Später freilich wurden die hölzernen Objecte allmählich durch eiserne ersetzt, doch hält man in neu zu erschließenden Gegenden mit Recht noch immer auf dem alten Standpunkte.

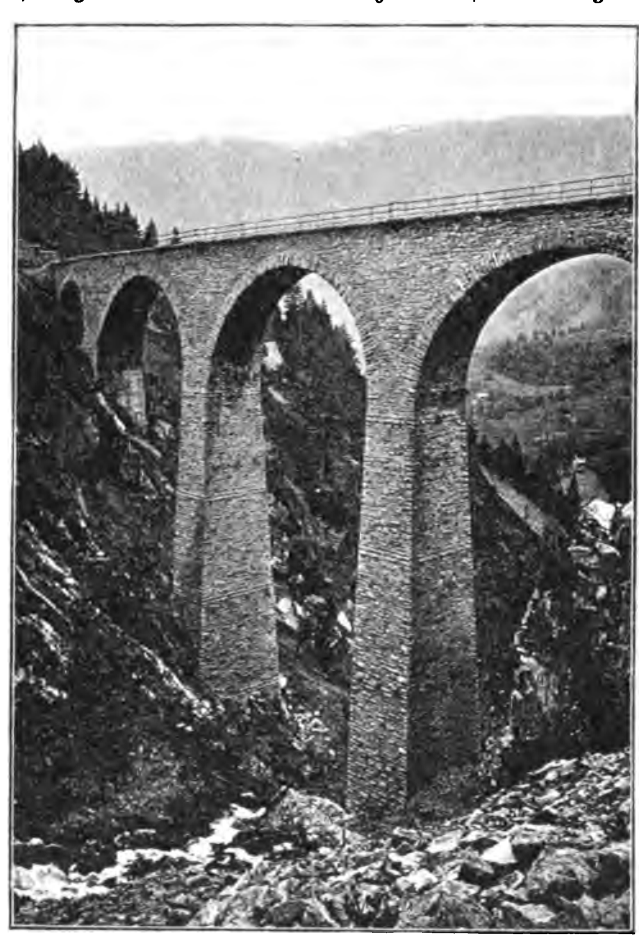
Außerdem waren und sind es nicht immer Brücken über Ströme und Viaducte, über Thäler und Schluchten, zu deren Herstellung man das Holz benützt, sondern es fand und findet auch überall dort Anwendung, wo bedeutenden Dammanlagen aus dem Wege gegangen werden soll. An ihre Stelle treten dann — worüber wir schon Seite 75 kurz berichteten — die Gerüstbrücken oder Trestle Works. Das Princip derselben beruht in der Anwendung kleinerer Constructionstheile, deren geringfügige Dimensionen einerseits ein Näherrücken der Pfeiler bis auf ganz minimale Spannweiten und deren Anordnung in Etagen nothwendig machen. Ein solches Bauwerk mit seinem gleichsam netzförmigen Aussehen erhält seine Stabilität durch die zahlreichen Querverbände und gestattet, vermöge seiner durch Vervielfältigung der Einzelglieder zu erzielenden bedeutenden Gesammtdimension, die Anwendung auf langen Strecken und bei Thalübersetzungen in großer Höhe. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Bahnbrücken tritt das Eisen als Constructionsmaterial in Anwendung, und zwar hauptsächlich Schmiedeeisen, da Gußeisen den starken Erschütterungen mit der Zeit unterliegt. Stahl ist erst in jüngster Zeit in Aufnahme gekommen und findet eine zunehmende rationelle Ausnützung, insbesondere bei großen Spannweiten, wo bei größerer Tragfähigkeit ein geringeres Materialquantum beansprucht wird.

Eine Combination von Stein und Eisen findet rücksichtlich der Gesammtanlage einer Brücke in dem Falle statt, wenn das eiserne Tragwerk auf steinernen Pfeilern ruht. In Europa ist dies der normale Typus, obwohl seit einiger Zeit außergewöhnlich große Brückenbauten ganz aus Eisen hergestellt werden. Der eiserne Brückenpfeiler hat seine weitgehendste Anwendung in Nordamerika gefunden. Zwar lehnte man sich hier ursprünglich an europäische Vorbilder an; die örtlichen Verhältnisse aber, sowie das den Amerikanern innewohnende Bestreben, selbst solche Hindernisse, welche aller menschlichen Kraft zu spotten scheinen, zu bewältigen, brachte diesem technischen Zweige eine Entwickelung, welche wahrhaft staunenerregend ist. Die Amerikaner haben es zuerst verstanden, durch Herstellung von in sich selbst versteiften »Thurmpfeilern« Brücken in bedeutenden Höhen zu legen und diesen Bauwerken, trotz ihrer scheinbaren Gebrechlichkeit, trotz ihres, wie dünnes Gespinnst auf den Beschauer wirkenden Aussehens, eine bedeutende Stabilität zu verleihen.

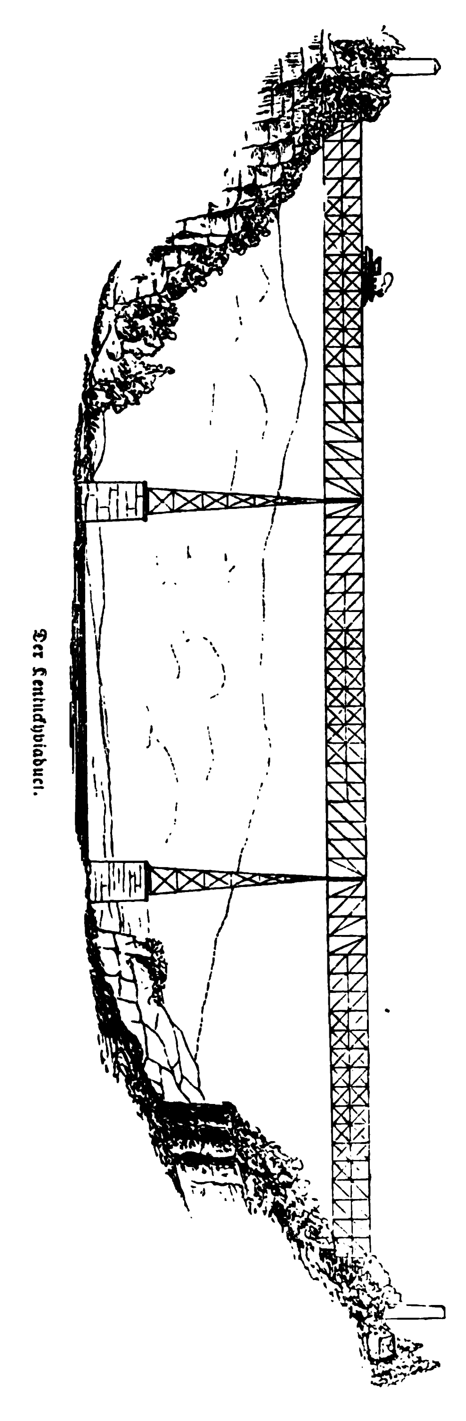
Das Principielle dieser Brückenconstructionen beruht auf der Anwendung von Knotenverbindungen an Stelle der festen Nieten. Dadurch wird die Elasticität der Gesammtconstruction gesteigert, das Montirungsverfahren vereinfacht. Das

letztere geht so weit, daß die Brücken in den betreffenden Etablissements fertiggestellt, ihre Theile nach der Baustelle überführt und daselbst in unglaublich kurzer Zeit mit wenigen Arbeitern und meist ohne Rüstungen montirt werden.

Die Krone aller amerikanischen Brückenwerke bilden die eisernen Trestle Works und die meist großartigen Viaducte. Wie die einzelnen eisernen Trägersysteme sich aus den ähnlichen Typen der Holzbrücken entwickelten, sind auch die eisernen Trestle Works im Grunde genommen nichts anderes, als eiserne Gerüstbrücken, wobei das widerstandskräftigere Material eine wesentliche Vereinfachung der Versteifungen gestattete. Ihre großartigste Anwendung finden die eisernen Trestle Works in jenen Riesenviaducten, welche für die amerikanischen Eisenbahnen typisch geworden sind. Als besonders hervorragend in dieser Beziehung seien genannt: der Kentuckyviaduct in der Cincinati Southern Railway, der Kinzuaviaduct in der nach Elk-County führenden Zweiglinie der Eriebahn, und der neue, Ende 1892 fertiggestellte Pecosviaduct in der Southern Pacificbahn. Der erstgenannte Viaduct setzt über die 300 bis 400 Meter breite, 90 bis 140 Meter tiefe Schlucht des Kentucky-River und weist zwei eiserne Thurmpfeiler von je 53 Meter Höhe auf. Die Brücke hat bei einer Gesammtlänge von 343 Meter drei Oeffnungen, deren mittlerer eine Spannweite von 114 Meter zukommt. Trotz der bedeutenden Höhe wurde die Brücke ohne Rüstung und noch dazu in der fabelhaft kurzen Zeit vom October 1876 bis Februar 1877 fertiggestellt, und zwar mit einem Arbeiteraufgebot von durchschnittlich 53 Mann.



Gemauerter Viaduct (Schmidtobelviaduct in der Arlbergbahn).



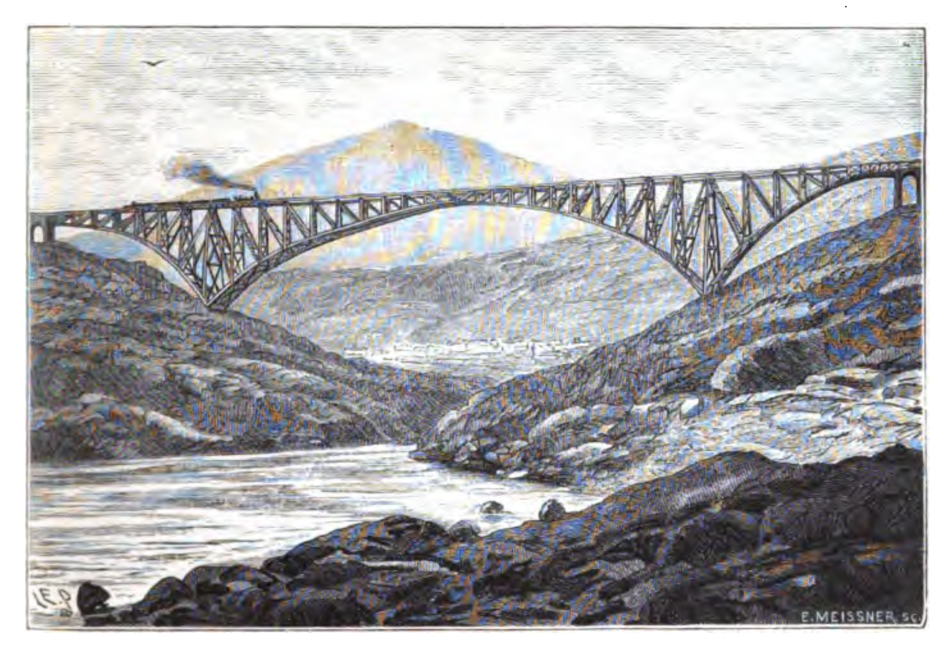
Der Kentuckyviaduct.

Noch großartiger ist der Kinzua-viaduct. Er ist 625 Meter lang und quert das Kinzuathal in 92 Meter Höhe. Die Träger ruhen auf 20 Thurmpfeilern, welche im Mittel 30·3 Meter von einander abstehen. Die Pfeiler sind in Etagen von je 10 Meter hergestellt. Auch diese Brücke wurde ohne Rüstung montirt und das ganze Bauwerk in 8$^{1}/_{2}$ Monaten fertiggestellt. Constructeur und Erbauer desselben ist Adolf Bonzano, der auch den Pecos-viaduct ausgeführt hat. Constructeur des letzteren ist M' Kee. Dieses Bauwerk hat eine Länge von 763 Meter, und eine größte Höhe von 100·6 Meter, übertrifft also in beiden Ausmaßen den Kinzuaviaduct noch bei weitem. Die Zahl der Thurmpfeiler beträgt 23. Die Ausführung (ohne Rüstung) erforderte ein Jahr.

Die nachstehenden Abbildungen bringen einige bemerkenswerthe Eisenbahnbrücken der letzten Jahre zur Darstellung, welche der textlichen Erläuterung bedürfen. Das Vollbild führt ein Detail am großen eisernen Bogen des Garabitviaductes vor. Dieses Bauwerk — vom Ingenieur Eiffel im Jahre 1884 ausgeführt — ist durch die eigenartige Combinirung einer Fachwerkbrücke mit Parallelträgern und einer Bogenbrücke von Interesse. Um nämlich die große mittlere Spannweite zu bewältigen, schaltete der Constructeur einen mächtigen Bogen ein, dessen lichte Oeffnung 165 Meter und dessen Höhe 60 Meter beträgt. Auf diesem Bogen, aus welchem in entsprechender Höhe noch zwei kurze Thurmpfeiler hervortreten, sowie auf zwei zu beiden Seiten des Bogens sich erhebenden mächtigen Thurmpfeilern ruht das Mittelfeld des Viaductes auf. Auf der einen Seite sind dann noch vier mit dem Anstiege des Thalgehänges successive

an Höhe abnehmende Thurmpfeiler eingeschaltet, worauf die Brückenbahn auf einen gemauerten Viaduct übergeht. Auf der entgegengesetzten Seite, wo das Ende des Viaductes gleichfalls als steinerne Bogenbrücke ausgeführt ist, fehlen die Zwischenpfeiler.

Die zweite Abbildung führt den Viaduct über den Viaur im Departement Tarn vor. Es ist eine Art Kragbrücke mit eigenthümlicher Anwendung des Systems der Bogenbrücke, wobei die Pfeiler eigentlich ganz entfallen, da die Bogensegmente bis zu den Fundamenten herabreichen. Der Viaduct, welcher über ein Thal von 800 Meter Breite und 130 Meter Tiefe setzt, hat eine Länge von



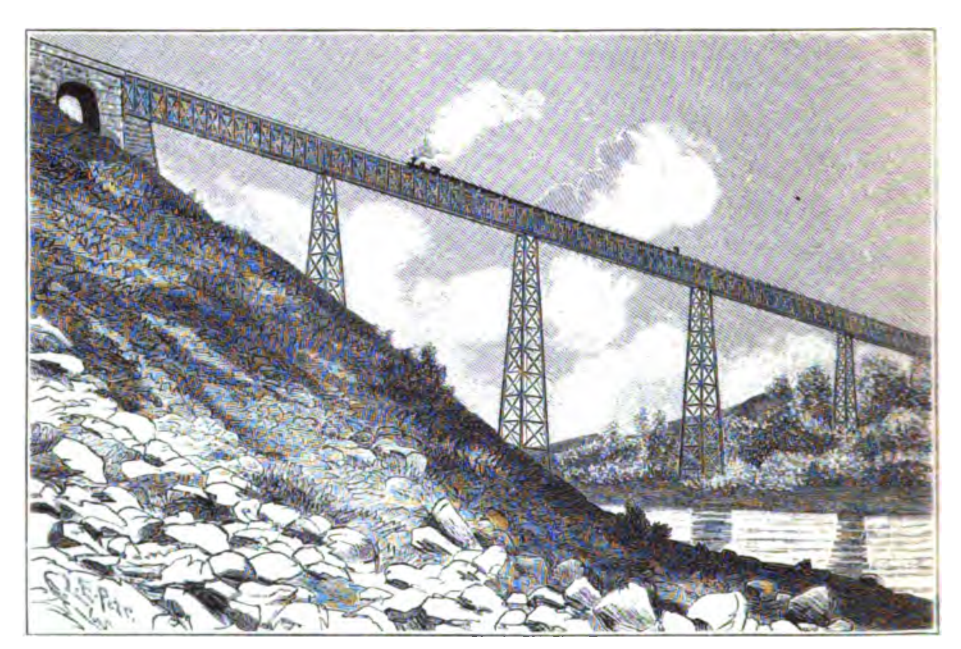
Viaduct über den Viaur (Departement Tarn).

870 Meter, wovon 410 Meter auf die Eisenconstruction, 460 Meter auf die beiderseitigen gemauerten Bogenbrücken (als Endstrecken) entfallen. Die mittlere Oeffnung hat eine Spannweite von 250 Meter, die beiden Seitenöffnungen haben je 80 Meter lichte Weite. Höhe der Schienen über der Thalsohle: 116 Meter. Trotz der bedeutenden Materialmasse, welche bei dieser Construction aufgewendet wurde, macht der Viaduct keinen schwerfälligen Eindruck.

Das dritte Bild zeigt den Viaduct von Malleco in Chile. Ende October 1890 dem Verkehr übergeben, ist dieses Bauwerk ganz aus Stahl ausgeführt. Die Construction — ein von fünf Thurmpfeilern getragenes Fachwerk mit Parallelträgern — hat nichts Bemerkenswerthes. Der Viaduct ist 425 Meter lang, die größte Pfeilerhöhe mißt 70 Meter, die Höhe der Schienen über dem Wasserspiegel

des Flusses 100 Meter. Die lichte Weite zwischen den Pfeilern ist überall die gleiche, nämlich 70 Meter.

Ein wichtiges Capitel im Brückenbau spielt die Fundamentirung der Pfeiler. Bei den ungeheueren Lasten, welche dieselben bei außergewöhnlich großer Dimensionirung des Unterbaues zu tragen haben, ist die solide Fundamentirung häufig mit großen Schwierigkeiten verbunden. Selbst Landpfeiler, welche auf wenig tragfähiges Terrain zu stehen kommen, müssen oft in bedeutender Tiefe fundamentirt werden. Die Unzukömmlichkeiten steigern sich bei Strompfeilern und

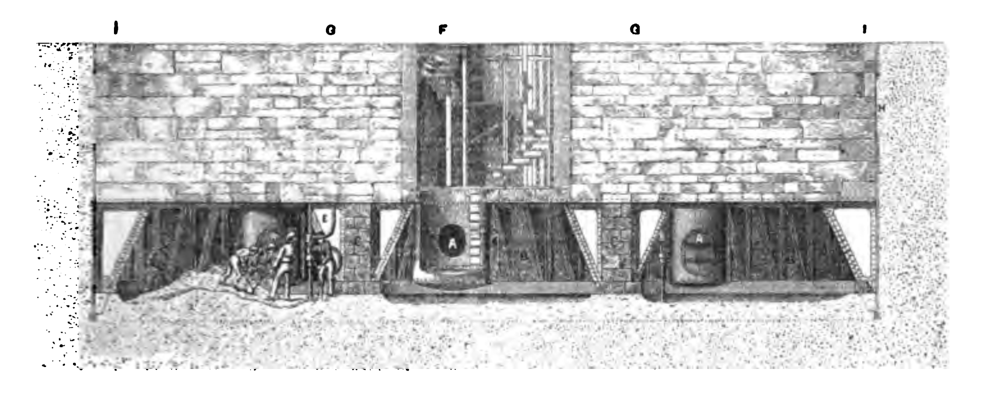


Viaduct über den Malleco (Chile).

erreichen schließlich bei Bauten in Meeresarmen einen Grad der Erschwerniß, welcher das ganze Unternehmen ernstlich in Frage stellen kann.

Auch die Fundamentirungsarbeiten zeigen einen sehr bemerkenswerthen Fortschritt. In früherer Zeit begnügte man sich bei Fundamentirungen im Wasser mit der Herstellung sogenannter »Fangdämme«, einem schachtförmig ausgeführten Pfahlwerk, das mit Lehm verdichtet wurde. Nach erfolgter Auspumpung des Wassers konnten alsdann die Arbeiten auf dem betreffenden trockengelegten Theil des Stromgrundes in Angriff genommen werden. Dieser Vorgang ist zur Zeit so gut wie gar nicht mehr in Uebung, wogegen die sogenannten »Senkkasten« bei einfacheren Bauten noch allenthalben zur Anwendung kommen. Der Vorgang besteht darin, daß derjenige Theil des Pfeilers, welcher unter Wasser kommt, in einem schwimmenden, oben offenen Kasten mit hölzernem Boden und hölzernen, wasser-

dicht gemachten Wänden, aufgemauert und alsdann versenkt wird. Hierauf werden die Seitenwände entfernt. . . . Eine andere Methode besteht in der Betonirung des Baugrundes. Zu diesem Ende wird der Raum des künftigen Pfeilerfundamentes umpfählt und der Baugrund so lange ausgebaggert, bis man auf eine tragfähige Schicht stößt. Ist dieses Resultat erst in bedeutender Tiefe zu erreichen, so empfiehlt es sich, einen Pfahlrost einzurammen und darauf den Betonblock, welcher das künftige Fundament bilden soll, aufzuschütten, und zwar bis zu einer Höhe, welche den niedrigsten Wasserstand noch nicht erreicht. Alsdann wird rings um den Betonkern ein Fangdamm hergestellt, das Wasser innerhalb desselben ausgepumpt und der eigentliche Pfeilerbau durchgeführt. Nachträglich wird der Fangdamm selbstverständlich wieder entfernt.



Fundirung der St. Louisbrücke.
A Einsteigeöffnungen, B Luftkammer, C hölzerne Abschlußwände, E Sandpumpe, F Hauptschacht, G Nebenschachte, H Blechwand, J hölzerne Versteifung.

Alle diese Methoden entsprechen indes nicht, wenn es sich um besonders schwierige, in große Tiefe reichende Fundirungen handelt. Um diese durchführen zu können, wählt man entweder die »Brunnenfundirung« oder die »pneumatische Fundirung«. Im Principe sind sich beide Methoden insoferne gleich, als es sich hier um das Absenken hohler Fundamentkörper handelt. Bei der Brunnenfundirung handelt es sich um ein aus Ziegeln aufgebautes Mauerwerk von rundem oder viereckigem Querschnitt, welches versenkt wird. Dieser Brunnen ist an seinen beiden Enden offen, so daß er mit Beginn der Ausbaggerung des Baugrundes beständig nachsinkt, bis die tragfähige Schicht erreicht ist. Nun wird die Betonunterlage unter Wasser hergestellt und wenn dieselbe erhärtet ist, letzteres ausgepumpt. Innerhalb des Brunnens erfolgt alsdann die Ausführung des Mauerwerkes. Bei starken Pfeilern müssen mehrere solche Brunnen, welche in entsprechenden Verbund kommen, hergestellt werden.

Für bedeutende Tiefen steigern sich die Schwierigkeiten der Brunnenfundirung derart, daß an ihrer Stelle die pneumatische Fundirung tritt. Dieselbe wird

mittelst der sogenannten »Caissons«, Kästen, welche (wie die Taucherglocken) nur auf der unteren Seite offen sind, bewirkt. Die Caissons werden meist aus Eisenblech hergestellt, doch findet auch das Holz (insbesondere in Amerika) Verwendung. Der Bauvorgang ist nun der folgende: Auf der oberen Fläche des an Gerüsten befestigten Caissons wird der unterste Theil des Pfeilerkörpers aufgemauert, wobei jene Räume frei bleiben, welche zur Aufnahme der eisernen, mit der oberen Seite des Caissons verbundenen und durch Luftschleusen geschlossenen Schachte dienen. Durch diese Schachte erfolgt theils der Materialtransport, theils der Verkehr der Arbeiter von und nach dem Innern des Caissons.

Ist der Caisson sammt dem Mauerkörper versenkt, so wird in ersteren comprimirte Luft eingepumpt, was zur Folge hat, daß das Wasser aus dem Hohlraume herausgepreßt wird. Die Arbeiter können alsdann auf dem Baugrunde die Materialablösung bewirken, mit deren Fortschreiten Caisson und Pfeilerkörper immer tiefer sinken, bis sie die tragfähige Schicht erreicht haben. Zuletzt wird der Hohlraum des Caissons mit Beton ausgefüllt und das Pfeilerfundament ist fertig.

Die pneumatische Fundirung hat ihre großartigste Anwendung zuerst bei den Riesenbrücken in Nordamerika, späterhin bei den gleich mächtigen Bauwerken in Großbritannien (Taybrücke, Forthbrücke) gefunden. Es dürfte daher von allgemeinem Interesse sein, auf diesen Gegenstand etwas näher einzugehen. Bei der Erbauung der Mississippibrücke (S. 130) bei St. Louis, wurde die pneumatische Fundirung in Tiefen angewendet, welche bis dahin noch nicht vorkamen. Ingenieur Fr. Steiner schildert den Vorgang wie folgt: Zuerst wurde mit dem östlichen Mittelpfeiler begonnen; am 25. October 1869 legte man den ersten Stein auf den Caisson und am 28. Februar 1870 erreichte letzterer in einer Tiefe von 39 Meter unter Hochwasser den felsigen Grund. Der Caisson hatte im Grundrisse die Form eines Sechseckes mit einer Fläche von 373·5 Quadratmeter. Seine Decke war durch oben aufgelegte, in der Richtung der Brückenachse laufende Träger versteift und außerdem durch zwei hölzerne, 75 Centimeter starke Balkenwände, welche den Arbeitsraum in drei nahezu gleich große Abtheilungen schieden, gestützt. Außer der in der Mitte des Caissons angebrachten Hauptschleuse von 1·83 Meter Durchmesser, zu welcher man in dem drei Meter weiten, ausgemauerten Schacht auf einer Treppe hinabstieg, waren noch in jeder Abtheilung zwei Luftschleusen von je 1·45 Meter Durchmesser angebracht, zu welchen eiserne Schachte durch das Pfeilermauerwerk führten. Außen erhielt der Pfeiler einen cylindrischen Mantel aus 9 Millimeter starkem Kesselblech, der als Fangdamm zu wirken hatte, als die Aufmauerung des Pfeilers in Folge einer verzögerten Lieferung der Granitquader nicht mehr gleichen Schritt mit dem Maß der Absenkung halten konnte. In Folge eines eingetretenen Zwischenfalles bei Hochwasser wurde diese Vorrichtung durch einen hölzernen Fangdamm ersetzt.

Die Herausschaffung des Materials geschah durch Sandpumpen, welche hier zum erstenmale in so ausgedehnter und vollkommen entsprechender Weise zur An-

wendung gelangten. Eine Pumpe mit 8·9 Centimeter Bohrung war im Stande, stündlich 15·3 Cubikmeter 36·6 Meter hoch zu heben; die erforderliche Wasserpressung betrug 10·5 Kilogramm per Quadratcentimeter. . . . Die Luftpressung im Caisson hielt sich immer um etwas höher, als sie der drückenden Wassersäule entsprach. Das bei diesem Pfeiler erreichte Maximum der Pressung betrug 3·6 Atmosphären. Was die Einwirkung der comprimirten Luft auf den menschlichen Organismus anbetrifft, hat die Erfahrung ergeben, daß nur das zu lange Verweilen in derselben schädlich wirken könne, und daß selbst bedeutende Tiefen zu erreichen möglich sind, wenn die Arbeit dementsprechend abgekürzt wird. Bei den vorstehend geschilderten Arbeiten wurden zuletzt nur einstündige Schichten angewendet. Nichtsdestoweniger kamen unter den 352 Arbeitern zahlreiche Erkrankungen vor, wovon 12 tödtlichen Ausgang hatten.

Den Bauvorgang bei den anderen Pfeilern der Mississippibrücke können wir übergehen, bemerken jedoch, daß bei einem derselben principielle Verbesserungen an dem Caisson vorgenommen wurden. So erhielt der Hauptschacht an seiner unteren Oeffnung zwei Luftschleusen von je 2·44 Meter Durchmesser; außer ihm waren nur noch zwei Schachte von je 1·22 Meter Weite, ebenfalls unten mit Luftschleusen versehen, hauptsächlich nur der Sicherheit halber angeordnet. Auch wurde dieser Caisson der Hauptsache nach aus Holz gebaut. Die Decke erhielt eine Stärke von 1·47 Meter und wurde dieselbe von zwei Längswänden, die sich von 3·05 Meter nach abwärts auf 1·06 Meter Stärke verjüngten, sowie von den 3 Meter hohen, ebenfalls aus Holz construirten Umfassungswänden gestützt. Der Caisson hatte die Form eines unregelmäßigen Sechseckes mit einer Länge von 22·5 Meter und einer Breite von 25·6 Meter. Das Holzwerk war außen mit 9½ Millimeter starkem Bleche verkleidet und durch aufgenietete Winkeleisen versteift. Eine bedeutende Ersparniß wurde bei diesem Pfeiler noch dadurch erzielt, daß zur Ausfüllung des Caissonraumes nach der Versenkung anstatt Beton Sand verwendet wurde. Peinliche Vorsichtsmaßregeln verhinderten ein Entweichen des Sandes. Die Seitenwände des Caissons waren übrigens so stark construirt, um selbst beim vollständigen Abrosten der Eisenhülle der Pressung des durch den Pfeiler belasteten Sandes Widerstand zu leisten.

In noch großartigerem Maßstabe, wenn auch nicht bis in so bedeutender Tiefe, fand die pneumatische Fundirung beim Baue der Riesenbrücke über den East River zwischen New-York und Brooklyn statt. Jeder der beiden Thürme der Hängebrücke ist auf einer Grundfläche von 1590 Quadratmeter fundirt und beträgt der Druck auf dieselbe per Quadratmeter 71 Tons, auf die Oberfläche der Caissons 109 Tons. Ungeachtet dieser enormen Last wurden hölzerne Caissons angewendet. Die Bohrungen ergaben auf der Brooklyner Seite in 24 bis 30 Meter Tiefe Gneisfelsen, mit wechselnden Schichten von Sand, grobem Kies und Thon, in welchem Findlinge eingebettet waren, überlagert. Das Material erwies sich aber schon in einer Tiefe von 15 Meter so compact, daß man sich entschloß, nicht unter

diese Tiefe herabzugehen. Ein weniger günstiges Resultat ergaben die Bohrungen auf der New-Yorker Seite. Hier bestand das Material aus zum Theil mächtigen Schlamm-, Sand- und Schwemmsandschichten, auf welche erst in einer Tiefe von 24 bis 28 Meter fester Felsboden folgte.

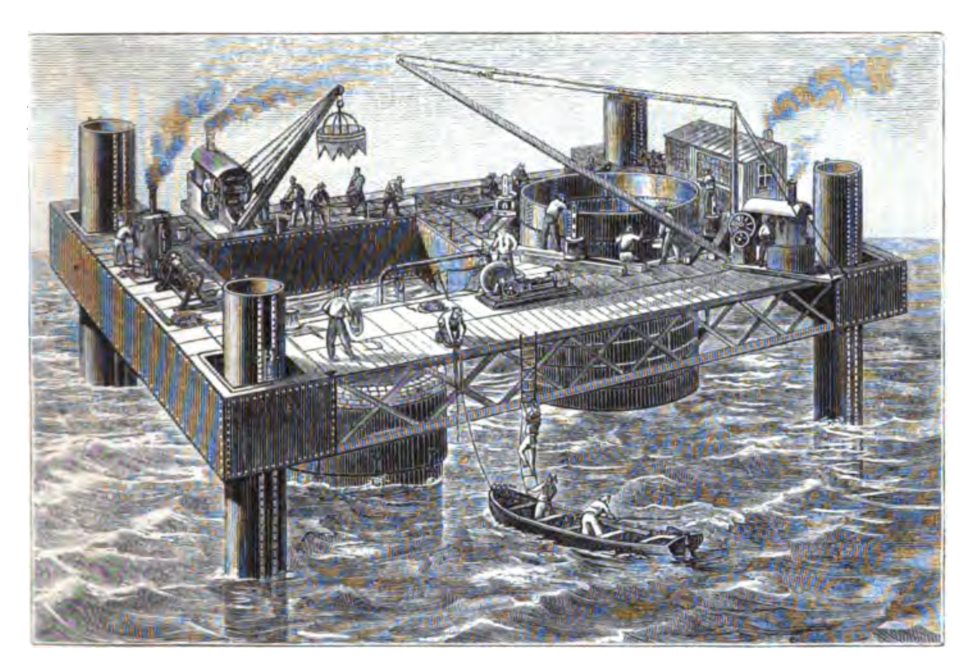
Von besonderem Interesse sind die Daten und Mittheilungen, welche Fr. Steiner über die hier verwendeten Caissons giebt. Dieselben erhielten eine rechteckige Grundrißform mit 52·5 Meter Länge und 31·5 Meter Breite. Die Decke war aus starken, sich rechtwinkelig kreuzenden Balkenlagen construirt, welche eine solide Masse von 4·6 Meter Dicke beim Brooklyner und 6·7 Meter beim New-Yorker Caisson bildeten. Die Arbeitsräume wurden durch fünf starke Querwände in sechs Abtheilungen geschieden, hauptsächlich aus dem Grunde, um bei etwaigem Entweichen der comprimirten Luft nicht die ganze Last auf den Rändern der Seitenwände ruhen zu lassen. Zur Communication mit der Außenwelt dienten bei jedem Caisson zwei Luftschachte von mehr als einem Meter Durchmesser. Sie mündeten an der Decke des Caissons in die wasserdicht aufgezimmerten Hohlräume der Pfeiler, durch welche die Arbeiter auf- und niederstiegen. Die Luftschleusen befanden sich beim Brooklyner Caisson am oberen Ende des Schachtes, unmittelbar über der Decke des ersteren, während sie beim New-Yorker Caisson nach abwärts verlegt und zu zweien an jedem Luftschacht angebracht waren, um dem ganzen Arbeitercontingent von 120 Mann auf einmal den Aus- und Eintritt zu gestatten.

Die Förderung des Materials geschah durch entsprechende Wasserschachte, die aus Kesselblech gefertigt und ebenfalls durch die Pfeilerräume geführt waren. In jedem der Caissons arbeitete eine zangenartig sich schließende Cumming'sche Baggerschaufel, welche das in dem unterhalb gelegten Sumpf geworfene Material in die Höhe förderte. Daß diese Wasserschachte leicht zu einer drohenden Gefahr werden konnten, wenn ihnen nicht volle Aufmerksamkeit zugewendet wurde, um den Druck in der zweckentsprechenden Höhe zu halten, beweist ein Zwischenfall beim Brooklyner Caisson. Es war an einem Sonntagmorgen, bei tiefem Ebbestand, als plötzlich ein Wasserschacht mit ungeheuerem Getöse »ausgeblasen« wurde, wobei er Wasser, Stein und Schlamm bis zu der enormen Höhe von 150 Meter emporschleuderte. Durch diese plötzliche Entleerung der Luftkammer kam auf den Caisson ein Druck von fast 18.000 Tons. Er hielt jedoch Stand und erhielt, außer der Zerknickung mehrerer Querwände in Folge einer plötzlichen Senkung, keine nennenswerthe Beschädigung.

Im New-Yorker Caisson entwickelten die Sandausbläser eine höchst vehemente Thätigkeit, indem sie in zwei Minuten einen Cubikmeter Sand entfernten. Der um die untere Mündung des Schachtes aufgeschaufelte Sand wurde bis zu 150 Meter emporgeschleudert. Mitgerissene Steine verletzten einzelne Arbeiter, indem sie ihnen die Finger wegrissen, oder die Arme zerschmetterten. Große Vorsicht bedurfte es, um den Ausbruch von Feuersbrünsten in den hölzernen Caissons zu verhüten. Trotzdem trat dieser Fall wiederholt ein und einmal nahm ein solcher

Brand einen derartigen Umfang an, daß er bis in die feste Balkenlage vordrang und der Caisson unter Wasser gesetzt werden mußte. Die Aufstellung des Brooklyner Caissons hatte 27 Monate in Anspruch genommen; er enthielt über 3000 Cubikmeter Holz und 270 Tons Eisen. Die in ihm geförderte Grundmasse betrug 15.000 Tons.

Im Nachfolgenden vermitteln zwei bildliche Darstellungen in anschaulicher Weise die Fundirungsweise bei den zwei hervorragendsten neuesten Brückenbauten in Europa: der neuen Taybrücke und der Forthbrücke. Bekanntlich stürzte ein Theil der älteren Taybrücke (bei Dundee in Schottland) während eines orkanartigen

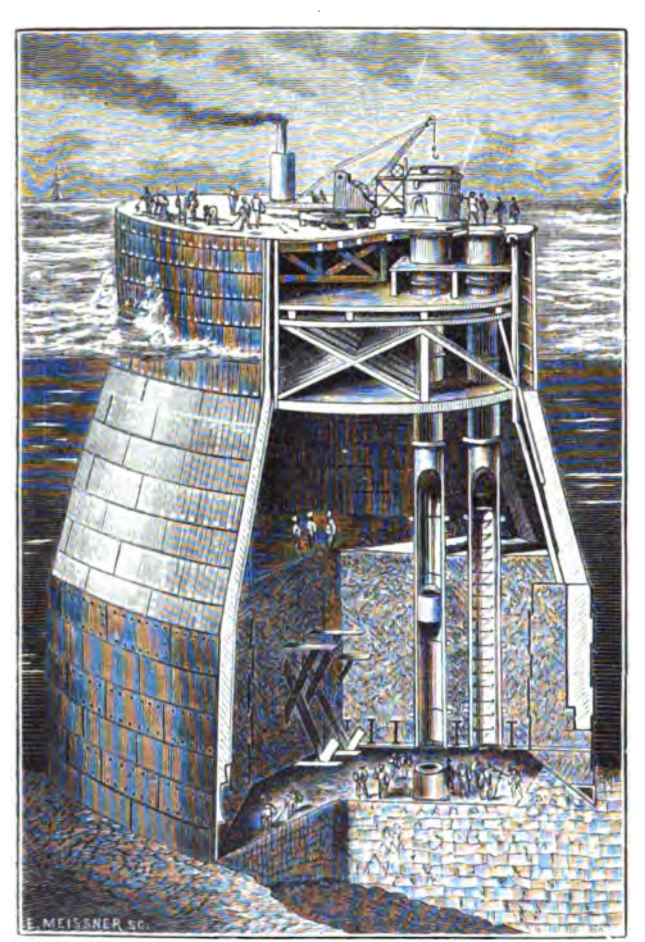


Fundirung der Pfeiler der neuen Taybrücke.

Sturmes am Weihnachtsabend 1879 ein. Bald hierauf wurde zur völligen Reconstruction des großartigen Bauwerkes geschritten. Dasselbe hat eine Länge von 3300 Meter und besteht aus drei Abschnitten, und zwar dem Theile über dem Meeresspiegel, welcher sich 24 Meter über diesem erhebt, und 13 Pfeiler von 70 zu 70 Meter Spannweite, und den beiden Landbrücken mit 45 beziehungsweise 27 Pfeiler von 15—51 Meter Spannweite. Am südlichen Ufer bildet eine steinerne Bogenbrücke mit 4 Bogen zu je 15 Meter Lichtweite den Abschluß. Die Pfeiler der Hauptbrücke bestehen aus eisernen auf Granitblöcken ruhenden Säulen.

Rücksichtlich der Fundirung ist zu bemerken, daß bei der mittleren Brücke und der südlichen Landbrücke aus Eisenblech zusammengenietete cylinderförmige Caissons, bei der nördlichen Landbrücke hingegen gußeiserne Caissons in Verwendung

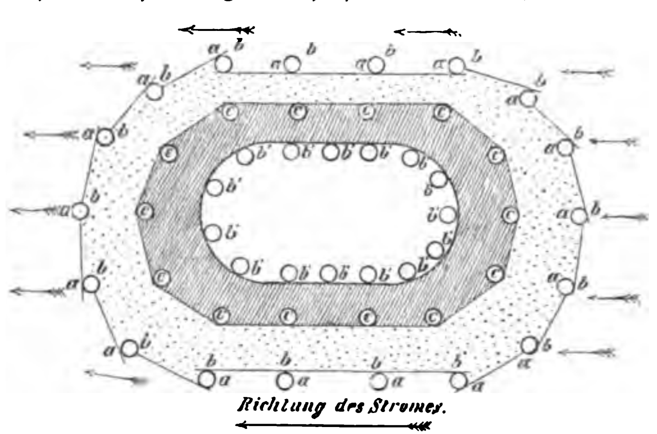
kamen. Der Durchmesser derselben schwankt zwischen 3 bis 7 Meter, je nach der Spannweite der betreffenden Brückenfelder. Abgesehen von einigen Fällen, wo diese Caissons auf felsiger Unterlage aufliegen, sind dieselben in Tiefen von 6 bis 9 Meter versenkt, und die zu einem und demselben Pfeilerpaar gehörigen Caissons durch gußeiserne Träger miteinander verbunden. Die kastenförmigen Fundamente haben eine 24 Meter hohe Betonfüllung. Auf diesen Fundamenten erheben sich die gemauerten achteckigen Pfeiler, die durch Bogen miteinander in Verbindung stehen, welche den Brückenträgern zur Unterlage dienen.



Fundirung eines Pfeilers der Forthbrücke.

Die beigegebene Abbildung giebt eine ungefähre Vorstellung von dem Bauvorgange. Der Arbeitsplatz besteht aus zwei großen aus Eisenblech zusammengenieteten Kästen, welche durch Träger miteinander zu einem viereckigen Gerüste verbunden sind. In der Plattform sind zwei viereckige Räume ausgespart, welche zum Absenken der cylindrischen Caissons dienen. Die Plattform ist an den vier hohlen eisernen Säulen, welche 1·5 Meter Durchmesser haben und die an den vier Ecken durch die erstere hindurchgehen, nach auf- und abwärts verschiebbar. Diese Bewegung, welche bei Arbeiten im Meere in Folge des Wechsels in der Wasserstandshöhe bei Ebbe und Fluth nothwendig ist, wird in der vorstehenden Anordnung mittelst hydraulischen Pressen bewirkt. Behufs Bewegung der beiden Caissons sind auf der Plattform zwei Dampfkrahne von je 10 Tonnen Tragkraft montirt. Außerdem sind eine »Betonmaschine«, eine Centrifugalpumpe, eine Dampf- und eine Handwinde untergebracht. Jeder Pfeiler erforderte vier solcher Plattformen sammt

allem Zubehör. Bei der Forthbrücke hatten die Caissons eine andere Anordnung als die bisher geschilderte. Da sich bei der bedeutenden Tiefe, bis in welche die Caissons versenkt werden mußten, diese durch den gewaltigen Auftrieb des Wassers mit letzterem gefüllt hatten, mußten Caissons in Anwendung kommen, welche unten geschlossen und mit Preßluft gefüllt waren. Die auf diese Weise schwimmfähig gemachten Cylinder wurden mittelst Dampfer zur Absenkungsstelle geschleppt und durch eine entsprechende Betonfüllung zum Sinken gebracht. Der eingewölbte Boden bildete eine Arbeitskammer von 2·1 Meter Höhe. Dieselbe stand durch die üblichen Fahrschachte mit dem Arbeitsplatze auf der Caissonoberfläche in Verbindung. Der Baugrund wurde durch eine von oben eingeführte Wassersäule gelockert und mittelst der eingeführten Preßluft hinausgetrieben, zum Theil unter dem Bodenrande des Caissons hindurch, zum Theil durch den Förderschacht einer Strahlpumpe. Die unter dem Schlamme lagernde Thonschicht mußte mittelst Sprengarbeit gelockert werden. Der Arbeitsraum hatte elektrische Beleuchtung, was von großem Vortheil für die Arbeiter war, die sich in der Regel drei Stunden lang in einem Luftraume von drei Atmosphären Druck aufhalten mußten.



Pfeilerfundirung mittelst Gefrierverfahren.

Das Absenken eines Caissons nahm im Durchschnitte vier Monate in Anspruch. Bei einem Caisson aber beanspruchten die Arbeiten die doppelte Zeit, und zwar aus nachfolgendem Grunde. Der Caisson kam nämlich auf abschüssigem Fels zu ruhen, so daß seine Oberfläche auf der einen Seite den Baugrund berührte, während er auf der diametral entgegengesetzten Seite um volle sechs Meter abstand. Dadurch war man gezwungen, eine künstliche Unterlage zu schaffen, was sehr mühsam und zeitraubend durch Absenkung von Sandsäcken erreicht wurde. Die Zahl derselben betrug 50.000 und wurde mittelst diesen ein entsprechend höheres Auflager hergestellt, damit der Caisson, in Berücksichtigung seines bedeutenden Gewichtes, nach dem Zusammenpressen der Sandsäcke genau in die horizontale Lage zu stehen kam.

In neuester Zeit sind mit dem beim Tunnelbau erwähnten Gefrierverfahren erfolgreiche Versuche angestellt worden. Indem wir auf das früher hierüber Gesagte verweisen (vgl. S. 118), wollen wir den Vorgang hier kurz schildern. Man bohrt Röhren (a) von 30 Centimeter Weite bis in das feste Flußbett, setzt in

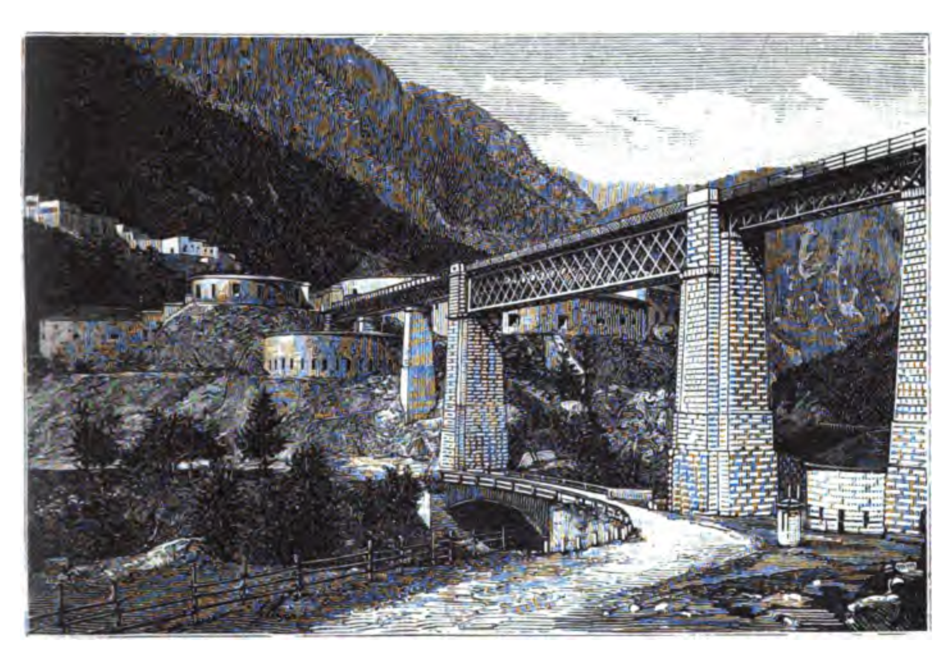
dieselben dicke Tannenbalken aus Rundholz, die so lang sein müssen, daß sie bis über die Hochwasserlinie hervorragen; alsdann zieht man das Bohrrohr mittelst Winde und Kabel über den senkrechten Balken (b) hinweg. Der Grundriß des Brückenpfeilers ist durch die beiden Pfahlreihen b b' gekennzeichnet. An denselben wird über der Hochwasserlinie eine wagrechte Bohrbühne hergestellt, von welcher aus die Bohrlöcher für die Gefrierröhren (c) bis etwa fünf Meter tiefer in das Flußbett eingebohrt werden, als der Brückenpfeiler fundirt werden soll. Nach Fertigstellung der Bohrlöcher wird zwischen die Verschalung der Balken b und b' Thon bis über die Hochwasserlinie hinauf eingestampft. Diese Thonmasse nun ist es, welche man durch das hier in Frage kommende Verfahren zu einem festen Körper gefrieren, beziehungsweise mit dem Baugrunde zusammenfrieren läßt. Innerhalb der Frostmauer wird alsdann die Ausbaggerung vorgenommen und der Mauerwerkskörper aufgeführt. Nach beendeter Mauerung entfernt man die Gefrier- und Bohrröhren, die Balken und das benützte Füllungsmaterial.

Von den bisher beschriebenen Fundirungsmethoden unterscheiden sich diejenigen, welche von der Herstellung eines Mauerwerkskörpers absehen und an dessen Stelle ein Pfahlwerk oder sogenannte Röhrenpfeiler treten lassen. Bei der letztgenannten Methode werden gußeiserne Röhren pneumatisch versenkt und von unten herauf mit Beton angefüllt, auf den, den oberen Theil der Röhren füllend, ein solides Steinmauerwerk in Schichten gesetzt wird. Das Gewicht der Träger selbst wird lediglich durch die Füllung auf den Untergrund übertragen, so daß die Röhren außer dem durch ihr Eigengewicht erzeugten, keinen weiteren Druck aufzunehmen haben und einzig die schützende Hülle repräsentiren. Auf der obersten Schichte des Füllungsmauerwerkes ruht eine massive gußeiserne Lagerplatte, welche mit Rippen versehen ist, die den Rand der Pfeilerröhre umgreifen und so einen guten Abschluß herstellen.

Diese Fundirungsmethode ist vornehmlich in Nordamerika beliebt, welche übrigens in verschiedener Weise angewendet wird, z. B. bei den sogenannten Central-Röhrenpfeilern. Dieselben bestehen aus einer schmiedeeisernen Röhre von etwa 2·5 Meter Durchmesser, um welche außen in gleichen Abständen sechs kleinere Röhren von je 1·2 Meter Durchmesser gruppirt sind. Sie sind aus gleich hohen Trommeln zusammengesetzt und sowohl unter sich als auch mit der starken Centralröhre über der mittleren Wasserstandslinie durch Querverbindungen in Form von Streben und adjustirbaren Zugstäben verbunden. Die Ausfüllung der Röhren und Abdeckung mit Lagerplatten geschieht wie vorstehend geschildert wurde.

Ein anderes amerikanisches System ist das der Schraubenpfeiler, d. h. die Fundirung durch Drehbohrung, eine Methode, welche, wie hervorragende technische Autoritäten versichern, in Zukunft unter allen anderen üblichen Systemen die größte Rolle zu spielen berufen ist, da mittelst derselben jene Tiefengrenze, welche der pneumatischen Fundirung von Natur aus gesteckt ist, weitaus

überschritten werden könnte. In der That haben die Amerikaner, in richtiger Erkenntniß der Vortheile dieser Methode, dieselbe bereits vielfach in Anwendung gebracht. Dem Principe nach bestehen die Schraubenpfeiler aus gewalzten Schäften von 15 bis 20 Centimeter und schmiedeeisernen Scheiben an deren Enden von 1 bis 2 Meter Durchmesser. Ein Schraubenpfeiler besteht in der Regel aus zwei gegenüberstehenden Reihen von je drei Schäften, welche bis zur gehörigen Tiefe eingebohrt, oben einen eisernen Querträger unterstützen, der mit ihnen fest vernietet ist und direct die Fahrbahn aufzunehmen hat. Zwischen demselben und dem Wasserniveau sind noch zwei oder drei Felder durch horizontale, gleichfalls mit



Eisackbrücke bei Franzensfeste (Tirol).

den Schäften fest verbundene Streben gebildet und in jedem derselben zwei adjustirbare Zugschließen angebracht. In gleicher Weise sind auch die Querverbindungen zwischen je zwei einander gegenüberliegenden Gliedern beider Reihen, sowie auch in horizontalen Ebenen in der Längsrichtung des Pfeilers senkrecht auf der Brückenachse angeordnet. Dadurch werden die einzelnen tragenden Glieder zu einem festen, zusammenhängenden Ganzen verbunden und wird die wünschenswerthe Stabilität erzielt.

Wir haben bisher nur von den festen Brücken gesprochen. Von ihnen verschieden sind die beweglichen Brücken, welche überall dort angewendet werden, wo die Fahrbahn so tief zu liegen kommt, daß sie der Schiffahrt ein Hinderniß bildet. Außerdem können militärische Erwägungen zur Herstellung beweglicher

Brücken Anlaß geben, z. B. in der Nähe strategisch wichtiger Punkte, in oder im Bereiche von Festungen u. s. w. Ein interessantes Beispiel letzterer Art giebt die Eisackbrücke bei der Franzensfeste in Tirol ab. Es durchschneidet hier die Pusterthaler Bahn die genannte fortificatorische Anlage, um außerhalb derselben in die Brennerbahn einzumünden. Es ist nun die Einrichtung getroffen, daß auf Rollen, welche in die kleinen Landpfeiler eingelassen sind, die Endfelder der Brücke mittelst einer Zugvorrichtung eingezogen werden können, so daß im Bedarfsfalle die Brücke der Benützung entzogen wird.

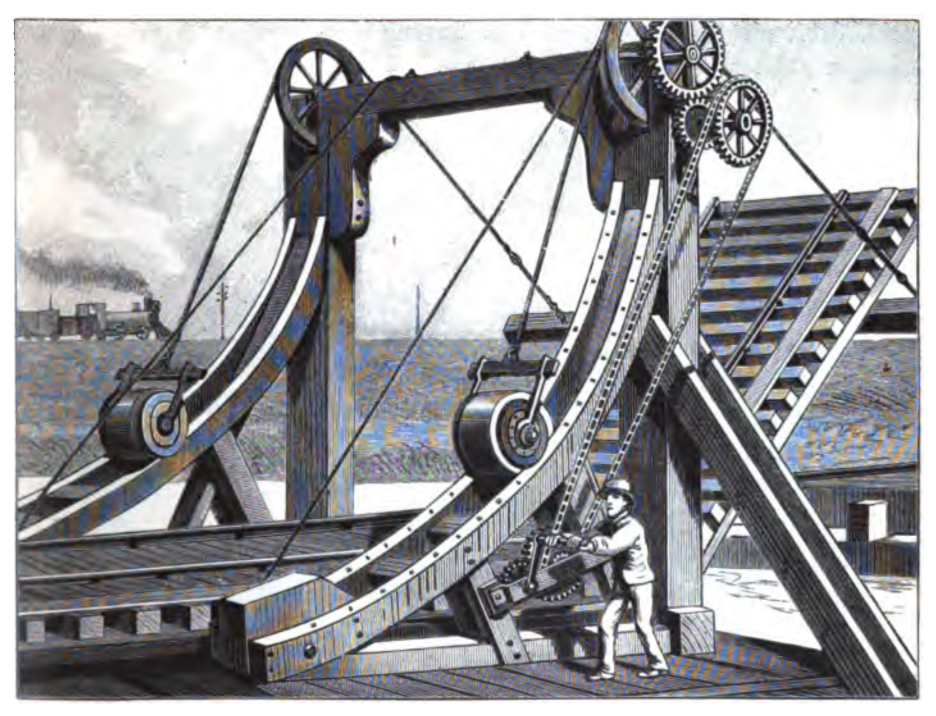
Die beweglichen Brücken weisen eine Anzahl charakteristischer Typen auf, deren jede wieder mancherlei Abweichungen rücksichtlich der constructiven Elemente zeigt. Man unterscheidet **Drehbrücken, Rollbrücken, Zugbrücken** und **Hubbrücken**, deren Eigenart durch ihre Bezeichnungen gekennzeichnet ist. Die Drehbrücken zerfallen wieder in einarmige und zweiarmige; im ersteren Falle wird nur ein Brückenfeld geöffnet und muß dasselbe auf der entgegengesetzten Seite in entsprechender Weise ausbalancirt werden, weil sonst das Feld durch sein eigenes Gewicht abknicken würde. Die doppelarmigen Drehbrücken öffnen zwei Felder und haben ihr Pivot in dem betreffenden, zwischen beiden Oeffnungen liegenden Pfeiler. Eine Ausbalancirung ist in diesem Falle nicht nöthig, weil die beiden Felder sich das Gleichgewicht halten.

In Europa sind die Drehbrücken selten, sehr häufig dagegen in Nordamerika, wo sie in den verschiedensten Formen zur Anwendung gelangen. Die größte Drehbrücke der Welt ist die im Hafen von New-York, deren Bau im Jahre 1887 begann und in etwas mehr als zwei Jahren fertiggestellt wurde. Das drehbare Tragsystem hat eine Länge von nicht ganz 149 Meter und 4·8 Meter Breite, mit einem Gewicht von 656 Tons. Der durch die Drehung entstehende freie Raum hat auf der einen Seite eine Breite von 61·8 Meter, auf der gegenüberliegenden Seite eine solche von 64·2 Meter. Wenn die Brücke geschlossen ist, spielen die beiden Theile des beweglichen Trägers gleichsam die Rolle von fixen, auf zwei Stützpunkten ruhenden Trägern; ist jedoch die Brücke geöffnet, so werden die beweglichen Theile gleich consolenförmigen Constructionen von stählernen Stützen getragen, welche von dem als Zapfen dienenden Brückenpfeiler auslaufen. Die Höhe der Brücke über dem Pfeiler beträgt 16·2 Meter.

Eine andere bedeutende Construction dieser Art ist **Raritan Bai Swing Bridge**, welche eine Länge von 143·8 Meter und ein Gewicht von 590 Tons hat. . . . Die größten Drehbrücken in Europa finden sich zu Marseille, bei Berkeley am Severn (England) und zu Rotterdam mit 62, beziehungsweise 59·7 und 54·5 Meter Oeffnung.

Bei den **Rollbrücken** wird, wie schon der Name besagt, das zu bewegende Feld seitwärts weggerollt, bei den **Hubbrücken** emporgehoben. Eine eigenartige Construction dieser Art ist jene der Brücke über den Moriscanal zwischen Jersey Citty und Lafayette. Die beigegebene Abbildung bedarf nur weniger Worte der

Erläuterung. Die Brücke liegt in einer eingeleisigen Bahn und hat eine Gesammtlänge von 17·5 Meter, wovon circa 8 Meter auf den beweglichen Theil entfallen. Das Gewicht der letzteren ist 3 Tons. Gehoben wird dasselbe durch zwei gewaltige walzenförmige Gewichte, welche an einem galgenförmigen, die Fahrbahn freilassenden Gerüste in elliptischen Geleisen laufen. Drahtseile verbinden die Gewichte mit den freien Enden des beweglichen Feldes. Sie laufen auf zwei auf einer gemeinsamen Achse montirten Rollen, deren eine mit einem Getriebe von Zahnrädern in Verbindung steht und das mittelst einer Kurbel in Bewegung gesetzt



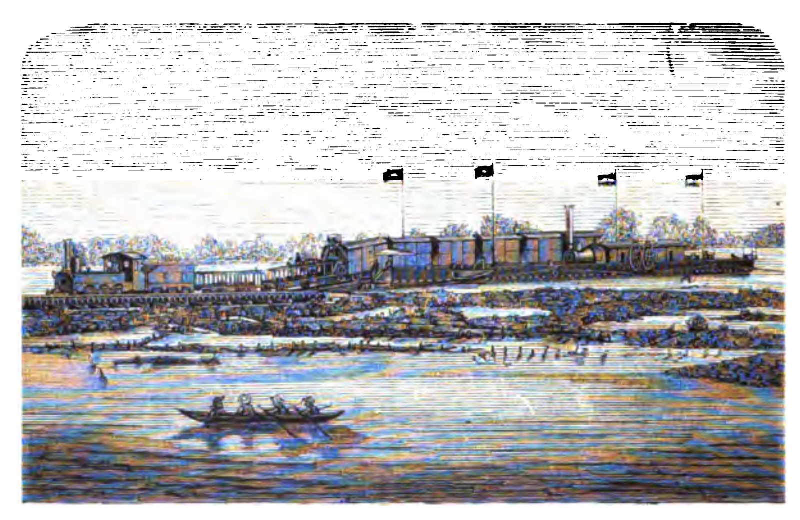
Hubbrücke mit Rollgewichten in der Bahn Jersey City-Lafayette.

wird. Gewichte und Brückenfeld sind derart ausbalancirt, daß ein einziger Mann, der die Kurbel bedient, das Feld heben kann.

Die Möglichkeit, Drehbrücken anzuwenden, wird durch örtliche Verhältnisse bedingt. Es können Fälle eintreten, wo die Anlage einer Brücke überhaupt ausgeschlossen ist, sei es aus pecuniären oder anderen Gründen, der unbehinderte Bahnverkehr jedoch aufrecht erhalten werden muß. In solchen Fällen werden Trajectanstalten angelegt. Sie finden auch an Binnengewässern Anwendung. Nach der Art der Anordnung der diesbezüglichen Transportmittel unterscheidet man freifahrende Trajecte, Schlepptrajecte und Seil- oder Kettentrajecte. In ersterem Falle wird das Trajectschiff, auf welchem sich ein oder

mehrere Geleise zur Aufnahme der Waggons (Locomotiven werden niemals überführt) befinden, durch seine eigene Dampfmaschine fortbewegt; im zweiten Falle besorgt diese Fortbewegung ein Remorqueur (Schlepper); im dritten Falle arbeitet sich das Trajectschiff mittelst Ketten oder Seilen nach dem Principe der diesfalls bei der Stromschiffahrt zur Anwendung gelangenden Construction vorwärts.

Unter allen diesen Anordnungen finden die freifahrenden Trajecte die verbreitetste Anwendung und ist es wieder Nordamerika, das eine großartige Ausnützung dieser Transportart aufweist. Die dortigen großen Ströme, an welchen Brückenanlagen sehr kostspielig sind, zwingen gewissermaßen zu diesem Auskunftsmittel. Uebrigens sind Trajecte auch in Europa nicht selten, und sind besonders diejenigen auf dem Bodensee hervorzuheben. Die Verbindung der Landgeleise mit



Donautraject bei Gombos.

dem Trajectschiff erfolgt überall dort, wo der Wasserstand Schwankungen unterliegt, derart, daß die Landerampen in der Verticalebene sich heben und senken lassen, um den exacten Schienenanschluß zu erzielen. Es können aber Fälle eintreten, wo in Folge einer außergewöhnlichen Ueberhöhung der Ufer die Anlage von Landerampen von herkömmlicher Art unmöglich ist. Dieselben werden dann als Plattformen construirt, welche mittelst hydraulischen Druckes gehoben, beziehungsweise gesenkt werden. Die eigentlichen Landegeleise liegen auf der Höhe des Ufers, wo alsdann deren exacter Anschluß an die Geleise der Plattform stattfindet. Mitunter werden die auf dem Trajectschiffe sich befindlichen Waggons mittelst Dampfkrahnen einzeln gehoben und auf die Landegeleise gebracht. . . . Die beigegebene Abbildung veranschaulicht eine Trajectanlage an der Donau in der Alföldbahn (Ungarn). Sie ist nach dem System des Oberbauraths Hartwich construirt und vermittelt den Verkehr auf dem hier bei Niederwasser 500, bei Hochwasser 1300 Meter

breiten Strom, dessen Ueberbrückung einen Kostenaufwand von etwa 3 1/2 Millionen erfordert haben würde, während die Trajectanlage wenig über den siebenten Theil dieser Summe beanspruchte. Das Geleise auf jedem Trajectschiff hat eine Länge von 62·7 Meter, was genügt, um eine Wagencolonne von acht Personen- oder zehn Güterwagen aufzunehmen.

Beim Anblicke einer der gewaltigen Brücken, welche die moderne Ingenieurkunst geschaffen, drängt sich manchem nichtfachmännischen Beschauer die Frage auf, wie es möglich sei, solche Massen von Eisen oder Stahl in einem Gewirre von Balken, Stäben, Streben aufzulösen, beziehungsweise sie in so innige Verbindung zu bringen, daß bei Anwendung der mindest nothwendigen Materialmasse und Herstellung der größten Spannweiten ein absoluter Grad von Sicherheit erreicht werde. Die außergewöhnliche Höhe solcher Bauwerke ist vom technischen Standpunkte selbstverständlich irrelevant, wenn sie auch zur Steigerung des äußeren Effectes wesentlich beiträgt. Ist die Brücke nicht nur sehr hoch, sondern weist sie zugleich beträchtliche Spannweiten auf, so vermittelt sie das Bild einer kühnen und großartigen Anlage in der wirkungsvollsten Weise.

Wenn also eine Anlage dieser Art als Kunstwerk auf den Beschauer wirkt, muß sie nothwendigerweise als solches ausgeführt werden. Die Bezeichnung ist aber insoferne nicht zutreffend, als es sich hier nur in Bezug auf die Gesammterscheinung des Bauwerkes, insoweit es von ästhetischen Gesichtspunkten betrachtet wird, um künstlerische Erwägungen handelt; alles Andere fußt auf mathematischen Grundsätzen, welche theoretisch auf rechnerischem Wege gewonnen, in praktische Mechanik umgesetzt werden. Von dem Grade der diesfalls unerläßlichen Exactheit macht sich der Laie kaum eine zutreffende Vorstellung. Ihm erscheint es unglaublich, daß bei der Größe der einzelnen Constructionsglieder Alles und Jedes auf Millimeter stimmen muß, und zwar einfach deshalb, weil die Uebertragung selbst winziger Abweichungen vom rechnerischen Resultate auf lange Bauglieder, beziehungsweise auf das ganze zu bestellende Feld, sehr bedeutende Differenzen aufweisen würde, wozu noch die Einwirkungen der Temperatur kommen, welche sich für eben diese Differenzen als schwerwiegender Factor erweisen.

Hiefür ein Beispiel. Bei Herstellung des großartigen Kinzuaviaductes in der Gesammtlänge von 346 Meter, wovon auf ein »Feld« 114 Meter kommen, und bei der Lage der künftigen Brückenbahn in 92 Meter über dem Nullwasser, beziehungsweise bei einer Höhe der Thurmpfeiler von 53 Meter zwischen dem gemauerten Fundamentpfeiler und dem Untergurt des Trägers, handelte es sich darum, Lasten von 1295 Kilogramm (das Gewicht eines einzelnen Trägers) von der Montirungsstelle her auf die Thurmpfeiler vorzubauen. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß in Folge des Ueberhängens des auf diese Weise vorgebauten Trägers sowohl die Richtungslinie in der Brückenachse als der richtige Winkel, welchen man den Stäben an der Außenstelle zu geben hatte, um das unterstützende Gerüst in der Mitte eines jeden Endfeldes in richtiger Höhe zu erreichen, erheb-

liche Schwierigkeiten verursachen mußte. Außer zwei zu vorstehendem Zwecke unter den künftigen Endfeldern aufgeführten Gerüstthürmen, wurde nämlich der Viaduct ohne eigentliche Rüstung montirt. Diese Thürme nun waren mit Winden versehen, durch deren Anwendung den Trägern die richtige Höhenlage gegeben und zum Theile auch die Verankerung entlastet werden konnte.

Trotz alledem wurde das Lager in der Pfeilerkrone nicht in der beabsichtigten Distanz erreicht, theils in Folge des Eigengewichtes des Trägers, welches eine Verkürzung des Untergurtes bewirkte, theils wegen zu niederer Temperatur. Um nun die richtige Lage zu erhalten, wurde der ganze Pfeiler etwas gegen die Widerlager geschoben, was durch die unten angebrachten Rollenlager erleichtert wurde. Von hier aus wurde nun beiderseits der Träger freischwebend gegen die Mitte vorgebaut. Hierbei kamen in der Mitte die Theile nicht ganz zum Schluß, sondern es ergab sich ein Zwischenraum, der an den vier Vereinigungspunkten der Gurten nicht überall derselbe war, sondern innerhalb der Grenzen von 51 und 127 Millimeter differirte. Durch Bewegungen der Pfeiler, Vorschieben des Untergurtes an den Ankerstellen, durch Schrauben und Abwarten günstiger Temperatur wurde innerhalb 24 Stunden an allen vier Stellen die Vereinigung anstandslos bewirkt.

Ein zweites Beispiel, bis zu welchem Grade von Exactheit die rechnerischen Resultate in die praktische Ausführung übertragen werden müssen, ergiebt sich aus der Baugeschichte einer anderen großartigen Brückenanlage, der Mississippibrücke bei St. Louis (Bild S. 131). Sie ist, wie der Leser von früher her weiß, eine Bogenbrücke. Die Bogen bestehen aus zwei concentrischen, röhrenförmigen Gurten aus Stahl, welche durch ein mit demselben gelenkförmig verbundenes Netz vereinigt sind. Der Abstand der Gurten ist 3·6 Meter. Die Gurten sind an den Enden eingespart und bestehen aus einzelnen Tuben, deren Achsen die Sehnen eines Kreisbogens bilden. Um nun diese Tuben aneinanderzufügen, mußten sie, da von einer Rüstung abgesehen wurde, von den Widerlagern her freischwebend vorgebaut werden, was man durch Anwendung von Kabeln, an welchen die Röhrenstücke hingen, erreichte. Die Kabel waren an hohen Gerüsten über den Pfeilern befestigt.

Trotzdem nun der Compression, welche jedes der Röhrenstücke durch den Druck erfährt, dadurch Rechnung getragen war, daß jedes einzelne Stück entsprechend länger gehalten wurde (in Summa für jede Bogenhälfte 4 Centimeter), ergab sich in Folge ungleicher Erwärmung eine störende Differenz. Auch das Mehr der Länge der Röhrenstücke war, als das Schlußstück eingeführt werden sollte, durch das Anspannen der Kabel ausgeglichen. Ueberdies ergab sich, daß die beiden Bogenhälften nicht alignirt waren; das Ende der einen lag um 17·1 Centimeter zu niedrig, das andere um 8·2 Centimeter zu hoch, während in der Horizontalprojection betrachtet, die eine Hälfte um 2·5 Centimeter, die andere um 7·6 Centimeter zu weit seitwärts standen. Die Seitenabweichungen konnten vermittelst der Kabel leicht ausgeglichen werden, nicht aber die verticalen Abweichungen. Man

wartete also einen Temperaturwechsel ab, der auch thatsächlich eintrat, wodurch die Differenz sich auf 57 Millimeter herabminderte. Um keine Zeit zu verlieren, sollten nun die Gurten auf künstlichem Wege abgekühlt werden. Sie wurden mit wasserdichtem Zeuge umhüllt und hierauf 10 Tonnen Eis über den Träger vertheilt. Während 36 Stunden brachten 50 Arbeiter unausgesetzt Eis auf. Ein warmer Wind verhinderte aber theilweise dessen Wirkung, so daß die Differenz nicht mehr unter 16 Millimeter hinabging. Man schritt nun dazu, die mittelst Schrauben auf eine Adjustirung von im Maximum 32 Millimeter eingerichteten Röhrenstücke einzusetzen, was ohne Anstand gelang.

Mit diesen Mittheilungen haben wir eine andere Frage, welche der Leser zu stellen berechtigt ist, bereits überholt. Sie betrifft die Art und Weise, wie die einzelnen Bestandtheile einer eisernen Brücke zusammengestellt werden. Es geschieht dies auf verschiedene Arten, unter welchen die Verbindungen mit Nieten und jene mit Gelenkbolzen die am meisten angewendeten sind. In Europa hält man sich fast ausschließlich an erstere Montirungsweise, in Nordamerika vorzugsweise an letztere. Der Vorgang beim Nieten ist wohl allgemein bekannt. Die zu verbindenden Stücke erhalten eine entsprechende Zahl von genau aufeinander passenden gleich großen Löchern, durch welche rothglühend gemachte, mit einem Kopfe versehenen Bolzen (Nieten) gesteckt werden. Das hervorstehende Ende des Bolzens wird alsdann durch Hammerschlag zu einem zweiten Kopfe geformt.

Die Verbindung mit Gelenkbolzen ist eine wesentlich abweichende. Hier erhalten die Verbindungspunkte der Brückenträger je einen einzigen entsprechend stark construirten Gelenkbolzen, über welche die an ihren Enden mit Löchern (Augen) versehenen und demgemäß daselbst etwas stärker dimensionirten Stäbe einfach überschoben werden. Dieses System vermeidet also die Ausführung von Nietarbeiten auf der Baustelle und gewährt dadurch eine einfache und schnelle Zusammensetzung der Brückenträger auf derselben. Die Herstellung der einzelnen Theile muß aber diesfalls mit peinlicher Genauigkeit und nach einheitlichen Modellen durchgeführt werden, was in Nordamerika auf fabriksmäßigem Wege durch einige dortige große Brückenbauanstalten thatsächlich geschieht. Die hervorragendsten derselben sind: die Phönixville Bridge and Iron Works bei Philadelphia, die Klystone Bridge Co. in Pittsburg und die American Bridge Co. in Chicago.

Der amerikanische Ingenieur C. H. Latorbe äußert sich über das System der Gelenkbolzen wie folgt: »Im Felde genügen eine tragbare Schmiede, einige Seile, Blocks, zwei gewöhnliche Winden und etliche Werkzeuge, um für die Aufstellung hinreichend ausgerüstet zu sein. Die einzelnen Bestandtheile werden in den Werkstätten vollständig hergerichtet und sind an Ort und Stelle lediglich aneinanderzufügen, ohne eine Niete eintreiben zu müssen. Ein intelligenter Vorarbeiter mit einigen gewöhnlichen Arbeitern reicht hierzu aus. Um die Geschwindigkeit und Leichtigkeit, mit der solche Bauten errichtet werden können, zu zeigen, hat die

Baltimore Bridge Co. 152 laufende Meter Viaduct von 18 Meter Höhe in 10 Arbeitsstunden mit 28 Mann hergestellt.«

Diese Leistung erscheint fast unglaublich und wird in der That von europäischen Ingenieuren angezweifelt. Nichtsdestoweniger sind die Vortheile dieses Systems derart in die Augen springend, daß von fachmännischer Seite ihr praktischer Werth bedingungslos zugegeben wird, allerdings mit etlichen Vorbehalten, unter welchen die exacte Arbeitsausführung in erster Linie steht. Jedes Versäumniß in der genauen Durchbildung der Augen und Bolzen würde zu schlotternden Bewegungen der einzelnen Theile der Construction Anlaß geben, was selbstverständlich von höchst unvortheilhaftem Einfluß auf die fahrenden Züge ist. In der Erkenntniß dieser Sachlage befleißigen sich die Brückenbauanstalten in den Vereinigten Staaten der peinlichsten Sorgfalt in den Ausführungsarbeiten und die Regierungen der einzelnen Staaten haben überdies in gesetzmäßigem Wege genaue Vorschriften nach dieser Richtung erlassen. Dadurch hat sich die amerikanische Brückentechnik außerordentlich vervollkommnet und sind die Fälle, wo entweder durch unreelle Ausführungsarbeiten und unverständige Controle, oder in Folge unfachmännischer Leitung der Montirung, Brücken nach dem Principe der gelenkförmigen Knotenverbindungen sich als untauglich erwiesen, oder vollends zu Katastrophen führten, wohl nur vereinzelt vertreten. Es kann nicht bezweifelt werden, daß die Brückenbauanstalten ihr bestes Können einsetzen und zugleich mit großer Gewissenhaftigkeit die ihnen gelieferten Bestandtheile prüfen. Wenn die Probestücke aus vorzüglichem, die übrigen nachgelieferten Bestandtheile aber minderwerthig sind, so liegt darin eine Calamität, die von vornherein schwer zu beseitigen ist. Deshalb ist es von großem Vortheil, wenn in einer Brückenbauanstalt (wie z. B. in jener der Phönixville Bridge and Iron Works) das Material alle Processe vom Erze bis zur fertigen Brücke durchmacht.

Die Gegner der Bolzenverbindungen machen geltend, daß in Folge der kleinen Drehungen, die bei Be- und Entlastungen der Brücke eintreten, der Raum zwischen dem Auge dem Bolzen allmählich vergrößert wird. Indes erzählt der Ingenieur Fr. Steiner (dem wir hier hauptsächlich folgen), daß in einem speciellen Falle bei der Zerlegung einer Brücke mit gelenkförmigen Knotenverbindungen die Bolzen, welche nur mit Mühe herauszubringen waren, sich vollkommen gut erhalten zeigten, und daß die Augen der Gitterstäbe ihre genaue kreisrunde Form bewahrt hatten. In Peru hat man Bolzen nach achtjähriger Dienstzeit untersucht und sie vollkommen kreisrund gefunden.

Das Gelenksystem ist übrigens auch noch von einem anderen Standpunkte der Nietenverbindung vorzuziehen, nämlich vom militärischen. Eine Brücke nach letzterem System ist innerhalb kurzer Zeit nicht zu demontiren und muß daher, wenn man sie der Benützung des Feindes entziehen will, mit Dynamit gesprengt werden. Soll sie hinterher wieder in eigene Benützung treten, so erfordert ihre Wiederherstellung einen unverhältnißmäßig großen Aufwand von Arbeit und Zeit.

Beim Gelenksystem genügt es, die Bolzen einzelner Verbindungen herauszuschlagen und die Brücke wird unbenützbar, wobei durch Mitnahme der Bolzen dem Feinde die Möglichkeit der sofortigen Reconstruction genommen ist. Ebenso rasch und einfach kann das Object wieder in Dienst gestellt werden. Ganz unvergleichlich vortheilhaft aber erweist sich das Gelenksystem in solchen Fällen, wo bei provisorischen Bahnanlagen, wie sie der jeweilige Stand der Kriegführung von Fall zu Fall ergiebt, Brücken hergestellt werden sollen. In Nordamerika sind die Fälle, daß vollständige Brückenbauconstructionen auf telegraphischem Wege bestellt werden (!), durchaus keine Seltenheiten. In wenigen Tagen ist das Material in Begleitung eines tüchtigen Monteurs und ausgezeichnet geschulter Arbeiter zur Stelle, und in ebenso wenigen Tagen das Object fertiggestellt.

Aus den vorstehenden Darlegungen hat der Leser die Methoden kennen gelernt, nach welchen die Bestandtheile einer Brückenconstruction zusammengestellt werden. Das Hilfsmittel hierzu bildet in der Regel die sogenannte »Rüstung«, d. i. ein Zimmerwerk, welches den Constructionstheilen zur Stütze, den mit der Zusammenstellung der Brückentheile betrauten Arbeitern als Bauplatz dient. Indes haben wir schon in den vorangegangenen Mittheilungen andeutungsweise hervorgehoben, daß die Gerüste nicht unbedingt nothwendig sind, und daß dieselben — wie wir vernommen haben — bei den amerikanischen Gelenkträgern in sehr beschränktem Maße oder gar nicht zur Anwendung kommen. Auch bei uns wird fallweise von der Einrüstung abgesehen, wenn die Herstellung derselben aus irgend einem Grunde entweder sehr erschwert oder zu theuer sich gestalten würde. Es wird alsdann die Brücke auf einem oder beiden Ufern vollständig montirt und über die Stromöffnung bis auf die Pfeilerspitzen gerollt. Eine andere Methode besteht in dem Zuführen fertig montirter Brückenconstructionen mittelst entsprechend gebauter Schiffe bis an die Pfeiler, auf die sie überschoben oder mittelst an den Pfeilern angebrachten Hebewerken emporgehoben werden. Daß ganze Brückenfelder dadurch hergestellt werden, indem man sie von den Ufern her gegen die Mittelpfeiler hin stückweise vorbaut, wobei die Construction entsprechend verankert wird, wurde bereits früher einmal erwähnt.

Bei sehr großen Spannungen und Anwendung von hohen eisernen Thurmpfeilern, welche bei Temperaturänderungen Hebungen und Senkungen verursachen, die ungünstig auf die Kräftesysteme des Trägers einwirken, wird ein besonderer, hauptsächlich in Amerika üblicher Vorgang eingehalten. Zur Ueberrollung am Ufer fertig montirter Constructionen eignet sich der Natur der Sache nach selbstverständlich nur ein sogenannter »continuirlicher« Träger, der aber mehr als ein gegliederter den vorerwähnten Temperatureinflüssen ausgesetzt ist. In diesem Falle bieten die durch Shaler Smith, den genialen Erbauer des Kentuckyviaductes, adaptirten continuirlichen Gelenkträger, ein System, das übrigens in Deutschland schon früher von Gerber in Anwendung gekommen war, die Möglichkeit einer exacten baulichen Ausführung. Das Princip dieser Trägerform besteht bekanntlich

darin, daß man den continuirlich über drei Felder sich erstreckenden Balken an zwei Punkten im Mittelfelde oder in je einem Außenfelde durchschneidet und an diesen Stellen Gelenke anbringt. Man erhält im ersteren Falle zwei Träger mit je einem überhängenden Ende, auf denen der Mittelbalken hängt; im zweiten Falle hat man es mit einem über die beiden Mittelstützen hinausragenden Träger zu thun, auf dessen Enden und den Widerlagern die einfachen Träger der Endfelder sich stützen. Shaler Smith wählte beim Kentuckyviaduct die letztere Anordnung.

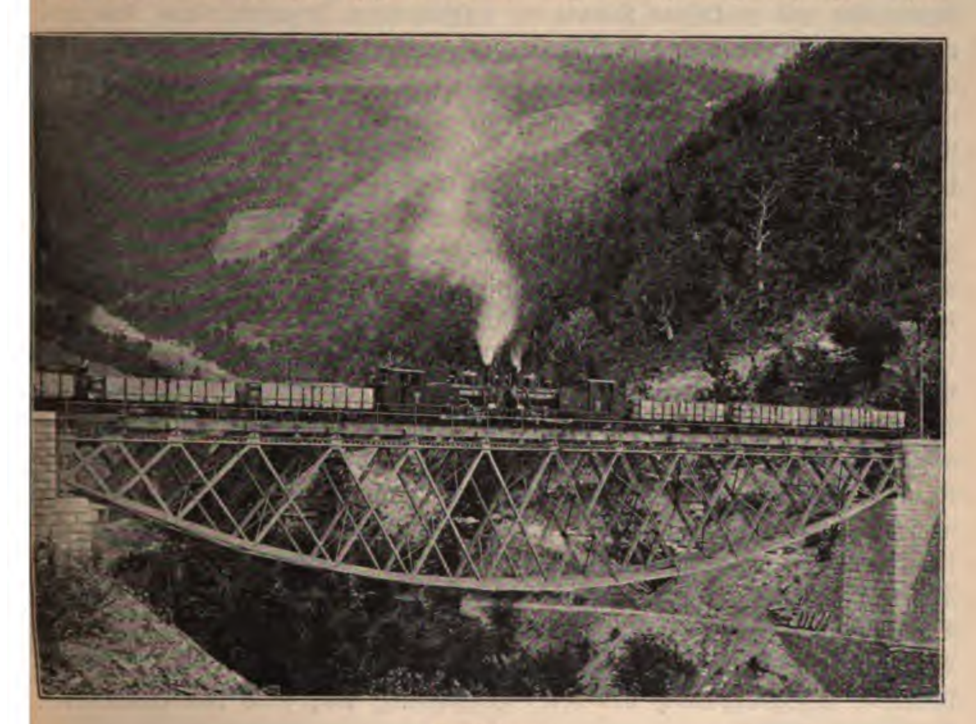
Es wurde vorstehend erwähnt, daß in Folge der Hebungen und Senkungen der Pfeiler, in Folge von Temperaturänderungen Störungen des in einer Trägerconstruction wirkenden Kräftesystems eintreten. Dies führt uns auf ein anderes Thema, das in der Brückenbaukunde eine große Rolle spielt. Eine Brückenconstruction unterliegt nämlich der Einwirkung verschiedener Kräfte, welche sich in zwei Gruppen trennen lassen, in solche von außen wirkende und in solche, deren Wesen in der Construction selbst begründet ist, indem die im festen Verbunde zueinander stehenden Bestandtheile zu Spannungen Anlaß geben. Die äußeren Kräfte sind theils von vornherein gegebene, theils Folgewirkungen derselben, wie: Eigengewicht, Belastung durch den Verkehr (die sogenannte »zufällige Belastung«), Wärmeeinflüsse und Winddruck. Bei den in Curven gelegenen Brücken kommt auch noch die Centrifugalwirkung in Folge der seitlichen Schwankungen der Fahrzeuge in Betracht, doch ist dies ein nicht sonderlich schwer in die Wagschale fallender Factor.

Das Eigengewicht wird zunächst auf Grund ähnlicher bereits ausgeführter Constructionen schätzungsweise angenommen und sodann auf Basis der projectirten Querschnittsgrößen rechnerisch festgestellt. Wird an der Hand der für die einzelnen Trägersysteme normirten Formeln das Eigengewicht theoretisch abgeleitet, so hat man dieses letztere mit dem bei ausgeführten Brücken ermittelten »Constructionscoëfficienten« zu multipliciren. . . . Zur Feststellung der zufälligen Belastung dient als Grundlage die Annahme der schwersten Locomotiven und Züge, welche die Brücke zu befahren haben werden, und sind nebenher die jeweils in Kraft stehenden behördlichen Vorschriften maßgebend für entsprechende Modificationen. . . . Der Einfluß der Wärme ist im Großen und Ganzen irrelevant, wenn in der Construction selbst die Möglichkeit unbehinderter Ausdehnung oder Zusammenziehung durch Freilassung entsprechender Spielräume zwischen den einzelnen Balkenträgern gegeben ist. Der Reibungswiderstand an den beiden Auflagern kommt hierbei kaum in Betracht. Bei continuirlichen Trägern gestaltet sich aber die Sache anders und hier können durch ungleiche Erwärmung der Gurten (z. B. des besonnten Obergurtes und des beschatteten Untergurtes) erhebliche Spannungen entstehen. . . . Was schließlich den Winddruck anbelangt, wird derselbe mit 250—270 Kilogramm per Quadratmeter Anprallsfläche für die unbelastete, 150—170 Kilogramm für die durch einen Zug belastete Brücke angenommen. . . .

Die als »innere Kräfte« auftretenden Spannungen in den einzelnen Constructionstheilen sind das Ergebniß der von außen her einwirkenden Kräfte und

üssen sonach rechnerisch ermittelt werden. Sind die Spannungen bekannt, so lassen h daraus die Querschnittsgrößen der einzelnen Trägertheile bestimmen. Ein eiteres Eingehen in die Statik einer Brückenconstruction erscheint uns in einem pulären Werke nicht am Platze.

Aus dem Wenigen, was wir hier über die Construction der eisernen Brücken orgebracht haben, wird der Leser ersehen, daß die theoretischen Normen im Bunde it praktischen Erfahrungen ein hohes Maß von Zuverlässigkeit in sich schließen und ie Brückenbauten sonach, entgegen der landläufigen Anschauung, diejenigen Theile



Probebelastung.

einer Bahn sind, welchen von vornherein in Bezug auf Sicherheitsansprüche im weitesten Maße Rechnung getragen ist. Trotz alledem hält der Laie die Brücken für die bedenklichsten Glieder einer Schienenanlage. Die Sache ist psychologisch erklärlich, weil sich mit der Fahrt über breite, mächtige Ströme, oder über ungeheuere Abgründe eine starke Wirkung ungewohnter Eindrücke verbindet, welche das Gefühl der Gefahr wachruft. Brückenkatastrophen sind aber erfahrungsgemäß seltener, ls Unglücksfälle in offener Strecke, und wo sich erstere zutragen, sind sie entweder in Folge einer fehlerhaften Construction oder einer vernachlässigten Conole — also Unterlassungen, die auch in offener Bahn immer von Unheil beeitet sein werden. Tüchtigkeit der ausführenden Ingenieure und strenge Pflicht-

erfüllung der controlirenden Organe sind für jede Brückenconstruction die Gewähr ihrer absoluten Zuverlässigkeit.

Eine gewisse Skepsis weiter Kreise gegenüber den Brückenbauten wird zum Theile noch unterstützt durch die vorschriftsmäßige Probebelastung, welche dieselben vor ihrer Eröffnung für den Verkehr unterzogen werden. Der Laie ist daher gewillt anzunehmen, die Brückenprobe werde nur deshalb vorgenommen, um zu constatiren, daß die Construction den ihr zugedachten Maximalanstrengungen auch thatsächlich gewachsen sei. Darin prägt sich ein gewisses Mißtrauen gegenüber dem theoretischen und praktischen Können der ausführenden Ingenieure aus, das völlig unbegründet ist, da nach dem Stande der heutigen Brückenbautechnik ein Mißerfolg als gänzlich ausgeschlossen angenommen werden muß. Die Belastungsprobe wird vielmehr deshalb vorgenommen, um die für die Construction rechnerisch bestimmten Elasticitätsverhältnisse an den thatsächlichen Verhältnissen zu controliren, beziehungsweise die bleibende Durchbiegung der ganzen Construction festzustellen.

Bezüglich der Belastungsprobe bestehen in den verschiedenen Ländern bestimmte Vorschriften. Gewöhnlich werden mehrere schwere Locomotiven langsam auf die Brücke gefahren und durch einige Zeit in der Mitte des Feldes, wo die größte Anstrengung für die Träger bewirkt wird, belassen. Alsdann fahren diese Locomotiven in mäßiger, zuletzt mit der größten zulässigen Geschwindigkeit, und zwar mehreremale über die Brücke, womit die Belastungsprobe beendet ist. Bei sehr großen Spannweiten werden vor und hinter die Locomotiven beladene Güterwagen angehängt, oder es wird das ganze Feld mit Locomotiven belastet, beziehungsweise befahren. Die auf diese Weise hervorgerufene Durchbiegung der Construction wird nach der Entlastung der Brücke nicht wieder gänzlich aufgehoben, sondern es hebt sich dieselbe bis zu einem gewissen Punkte unterhalb der ursprünglichen Lage. Die Differenz zwischen beiden nennt man die »bleibende Einbiegung«, das Maß der Senkung von dieser bis zur untersten Grenze die »elastische Einbiegung«. Zur Bestimmung dieser Werthe bedient man sich verschiedener Meß- und selbstregistrirender Schreibapparate, von deren Beschreibung wir, weil dem Laieninteresse ferneliegend, absehen.



Oberbau.

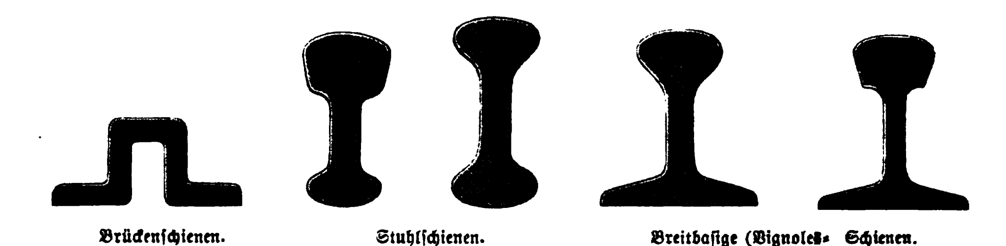
1. Die älteren Oberbausysteme.

Unter dem Begriffe »Oberbau« lassen sich im weitesten Sinne alle Organe zusammenfassen, welche den eigentlichen Schienenweg bilden oder mit demselben organisch zusammenhängen, also die Geleisanlagen als Fahrgeleise und Weichen, die Drehscheiben und Schiebebühnen. In den Lehrbüchern und fachmännischen Werken pflegt man indes dem Begriffe Oberbau engere Grenzen zu stecken, indem man mit demselben nur die Fahrschienen mit ihren Unterlagen vor Augen hat. Die Weichen, Drehscheiben und Schiebebühnen aber in jene Gruppen von Constructionen verweist, welche gemeinhin »Betriebsvorrichtungen« genannt werden. Wir halten an der ersteren Eintheilung fest, weil sie in consequenter Weise alle Elemente in sich vereinigt, welche die Fahrbahn einer Bahnanlage bilden. Daraus ergiebt sich naturgemäß die weitere Untertheilung des zu behandelnden Stoffes in nachstehende fünf Abschnitte: 1. Aeltere Oberbausysteme, 2. der eiserne Oberbau, 3. die Bettung und die Geleise, 4. die Kreuzungen und Weichen (einschließlich der Centralweichenanlagen), 5. die Drehscheiben und Schiebebühnen.

Die älteren Oberbausysteme umfassen die verschiedenen Formen des Oberbaues, wie er sich in seiner Ausgestaltung vom Beginne der Eisenbahnbauten bis zur versuchsweisen Einführung des eisernen Oberbaues darbietet. Von diesen Formen haben einige nur mehr ein historisches Interesse, während andere wieder bis zur Zeit herrschend geblieben sind und als typisch gelten können, so lange die vielfachen, meist über das Stadium experimenteller Versuche nicht hinausgehenden Constructionen eiserner Oberbausysteme nicht zur allgemeinen Anwendung gelangen. Die Wandlungen, welche die älteren Systeme erfahren haben, hängen einestheils mit der Querschnittsform der Schienen, anderntheils mit ihren Unterlagen, d. h. mit jenen Organen, welche zur Aufnahme der Schienen und Uebertragung der über sie fortbewegten Last auf die Bettung dienen, zusammen.

Von den mannigfachen nebensächlichen Abweichungen der Querschnittsform der Schienen abgesehen, können wir vier Haupttypen unterscheiden: Flachschienen, Brückenschienen, Stuhlschienen und breitbasige Schienen. Die Flachschienen gehören, zum Mindesten soweit die Locomotiv-Eisenbahnen in Betracht kommen, der Geschichte an. Ihre Querschnittsform ist die eines Rechteckes, die Schiene selbst also nichts als ein Stück Flacheisen, welches auf einer hölzernen Langschwelle montirt, der Spurführung dient. Flachschienen mit einer Spurrinne versehen, finden zur Zeit selbst bei Pferdebahnen nur mehr eine beschränkte Anwendung. Aus der Flachschiene entwickelte sich die Brückenschiene (von ihrem Erfinder auch »Brunel-schiene« genannt), durch welche bei gleichem Materialaufwande eine größere Höhe und ein festeres Auflager durch rechtwinkeliges Ausbiegen der Seitenflächen erzielt wurde.

Gänzlich verschieden von diesen beiden Formen sind die Stuhlschienen, welche bereits die typische Form des Schienenkopfes und des ihn tragenden Steges zeigen. Ihren Namen haben diese Schienen, welche entweder nur mit einem Kopfe,



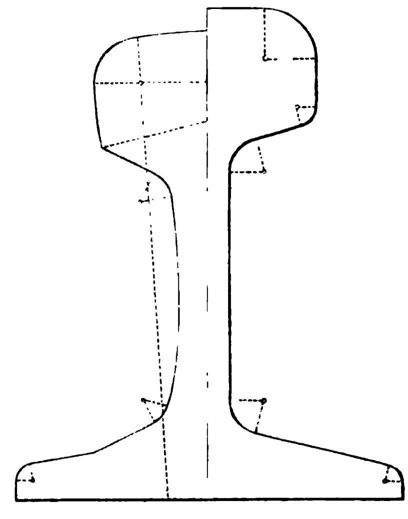
Brückenschienen. Stuhlschienen. Breitbasige (Vignoles-) Schienen.

oder mit je einem Kopfe oberhalb und unterhalb des Steges versehen sind, von den Verbindungsstücken, mittelst welchen sie an den Schwellen befestigt werden und die man »Stühle« nennt. Die Dimensionirung der doppelköpfigen Schienen ist nicht immer die gleiche und wurde letztere früher nur in jenen Fällen bevorzugt, wo auf die Ausnützung beider Schienenköpfe (durch Wenden nach erfolgter Abnützung des einen Kopfes) Gewicht gelegt wurde, was seit Anwendung des Flußeisens als Material für die Schienen, in Folge der sehr bedeutenden Ausnützungsfähigkeit des letzteren, überflüssig geworden ist.

Aus der Stuhlschiene ist schließlich, in dem Bestreben, die Verbindungsstücke zwischen Schiene und Unterlage ganz entrathen zu können, die breitbasige Schiene hervorgegangen. Sie wurde zuerst von dem Amerikaner Stevens im Jahre 1832 construirt und bald hierauf in Anwendung gebracht, später aber von Vignoles nach Europa verpflanzt, wo sie den Namen des Importeurs erhielt. Das Principielle dieser Schienenform besteht in der Erweiterung des unteren Kopfes der Stuhlschiene zu einer breiten, glatten Auflagefläche, mittelst welcher die Vignolesschiene unmittelbar an die Unterlage befestigt wird. Principiell gleichwerthig für beide Typen ist ihre Trägerform, indem die Schienen, ähnlich wie bei

den Balkenträgern einer Brücke, die Last aufzunehmen haben und die in dem Tragkörper entstehenden Spannungen durch entsprechende Dimensionirung der einzelnen Theile verringern. Das Ideal einer diesfalls zweckentsprechenden Anordnung der einzelnen Theile wäre ein möglichst hoher und dünner Steg und eine möglichst breite Basisfläche bei gerin·er Dicke der Querbalken (Flanschen). Indes stehen dem theoretischen Calcül prakiische Erwägungen gegenüber, welche der Dimensionirung gewisse Grenzen stecken, die durch die langjährige Erfahrung begründet sind. Aehnliche Erwägungen sind bei der Erzeugung der Schiene maßgebend.

In der Streitfrage, ob der Stuhlschiene oder der Vignolesschiene der Vorzug zu geben sei, ist man zu keiner Entscheidung gekommen, und läßt sich das Ergebniß der in den verschiedenen Ländern gesammelten Erfahrungen dahin zusammenfassen, daß jedem der beiden Typen im gleichen Maße Vor- und Nachtheile zukommen. Bei den Stuhlschienen kommt ein Bestandtheil mehr (der Stuhl) in Anwendung, was das System jedenfalls vertheuert. Dagegen lassen sich die Stuhlschienen leichter und rascher auswechseln und verleihen die Stühle dem Gestänge eine größere Standfestigkeit gegen den seitlichen Druck der Fahrbetriebsmittel. Die Befestigung der Stuhlschienen mittelst Keilen erfordert eine aufmerksame Controle, wogegen der Befestigung der breitbasigen Schienen mittelst Hakennägeln unmittelbar auf die hölzernen Schwellen — als einem wenig widerstandskräftigen Material — der Nachtheil eintretender Lockerungen der Verbindung zukommt, insbesondere nach wiederholt vorgenommener Auswechslung der Schienen. Auch die längere Ausnützung der Stuhlschienen mit gleich groß dimensionirten Köpfen durch Wenden derselben, hat ergeben, daß die Fläche des unteren Kopfes in den Stühlen Eindrücke bekomme, welche, sobald die Schiene gewendet ist, den Fahrzeugen einen unruhigen Gang verleihen. Der abgenützte Kopf hinwieder fügt sich schlecht in den Stuhl und schließlich sind Brüche bei gewendeten Stuhlschienen eine sehr häufige Erscheinung. Da, wie bereits einmal erwähnt, bei der neuen Herstellungsweise der Schienen (Flußeisen) die Nothwendigkeit des Wendens entfällt, verzichten die Verfechter des Stuhlsystems auf jenen minderwerthigen Vortheil. Der Stuhlbau hat sich theilweise in Frankreich, fast allgemein aber in England erhalten.



Form der Vignolesschiene.

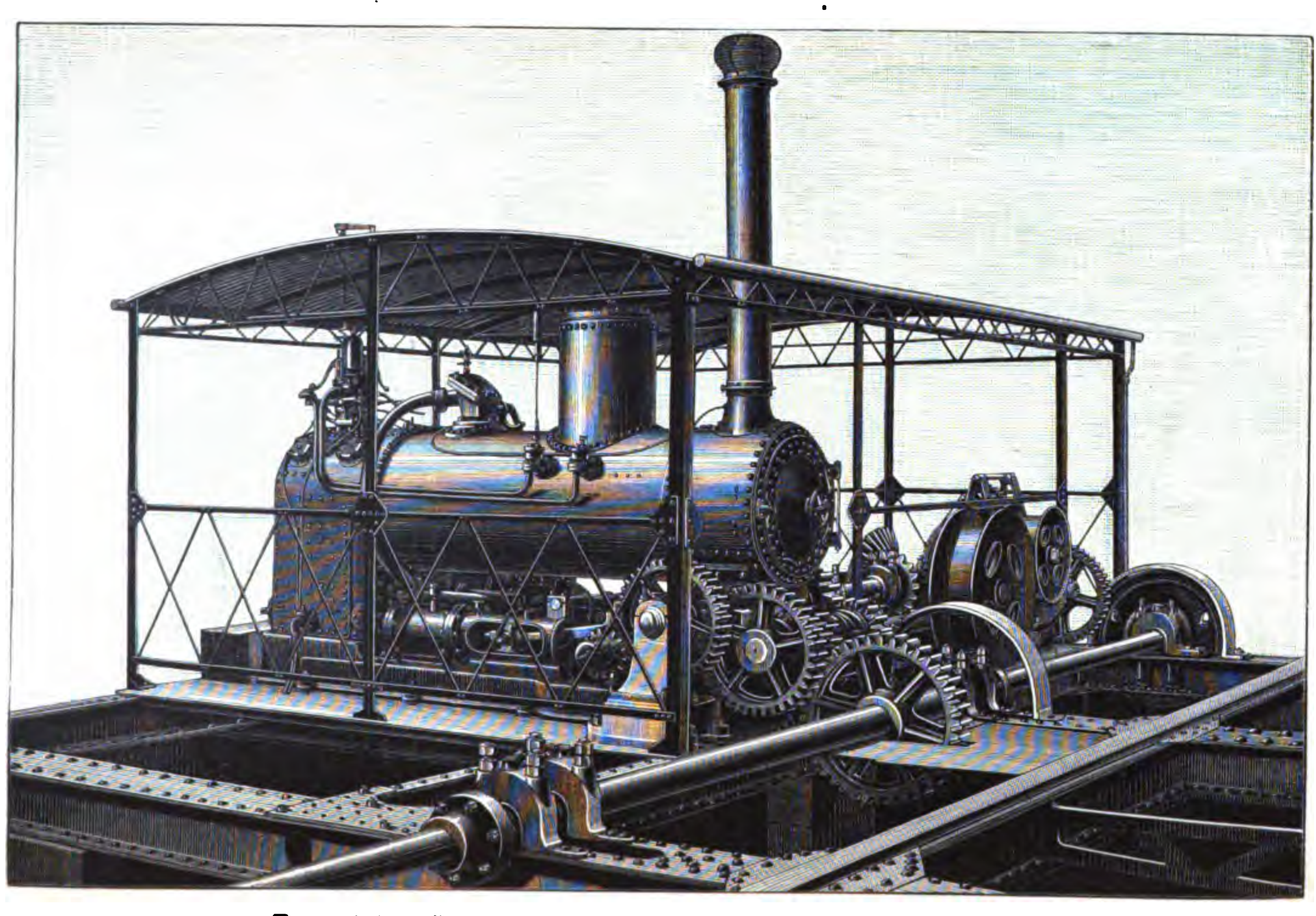
Für die Form des Schienenprofils hat die praktische Erfahrung die entsprechenden Anhaltspunkte gegeben. Die Abweichungen der Abmessungen sind in

den einzelnen Ländern nicht groß, immerhin aber principiell wichtig. So wird der Kopf gegen den Steg hin entweder abgerundet oder unterschnitten; der Steg selbst kann eine etwas eingebogene oder völlig ebene Fläche haben, welch' letzteres vortheilhafter für die Verbindung der Schienen untereinander ist, und schließlich soll der Uebergang des Steges in die Basis nicht zu unvermittelt sein. Wie bereits hervorgehoben wurde, ist es von Vortheil, den Steg möglichst hoch und dünn abzumessen und die Flanschen des Fußes auf das zulässige Maß der Dicke herabzumindern. Abweichende Anschauungen haben diesfalls zu einer großen Zahl von einander differirenden Querschnittsformen geführt, welche aber so geringfügig sind, daß es überflüssig erscheint, das Gedächtniß des Lesers mit ziffermäßigen Angaben zu belasten.

Dasselbe gilt hinsichtlich der Längenausmaße der Schienen. Gegen die Verwendung zu langer Schienen sprechen gewichtige Gründe. Das Maß der Temperatureinwirkungen ist hier größer, als bei kurzen Schienen, wodurch man gezwungen ist, breitere Zwischenräume (»Stöße«) an den Anschlußstellen frei zu lassen, an welche dann die Laufflächen der Räder stärker anschlagen. Dagegen vermindern lange Schienen die Zahl der Stöße, welche erfahrungsgemäß die schwächsten Punkte des Gestänges bilden. Sie sind aber bedeutend schwerer und in Folge dessen durch die Arbeiter schlecht zu handhaben. Die Vortheile kurzer Schienen mit engen Stößen werden ihrerseits aufgehoben durch die Vertheuerung, welche die Vermehrung der Verbindungsbestandtheile und der Schwellen (die an den Stoßverbindungen enger zueinander gelegt werden müssen) verursachen. Dagegen geht bei schadhaft gewordenen kurzen Schienen, wenn sie ausgewechselt werden, weniger Material verloren als bei langen Schienen. Die zur Zeit als zweckmäßig anerkannte Länge ist 9 Meter, und schwanken die Extreme zwischen 6—12 Meter, doch beziehen sich die größten Längen nur auf Stahlschienen.

Mit diesem zuletzt gemachten Hinweis berühren wir einen anderen sehr wichtigen Gegenstand, nämlich das Material der Schienen. Dasselbe besteht entweder aus Schweißeisen oder aus Flußeisen (Flußstahl). In ersterem Falle wird bei der Fabrikation der Schienen zum Auswalzen jeder einzelnen derselben erforderliche Block aus mehreren, in nicht flüssigem Zustande gewonnenen Theilen zusammengeschweißt. Bei den Flußmetallschienen hingegen wird der Block in einem Stücke gegossen. Das Frisch- und Puddeleisen verläßt den Ofen meist als ein Ball, der aus einem mechanischen Gemische von Eisenkörnchen und Schlacke besteht; erstere haften vermöge der hohen Temperatur beim Drucke aneinander und verschweißen dadurch zu homogenen Massen. Die Schlacke dagegen muß flüssig genug sein, um durch kräftigen Druck herausgequetscht zu werden, so daß nur ein Minimum zurückbleibt, welches gewissermaßen als Kitt für die einzelnen Bestandtheile dient und jedenfalls dazu beiträgt, daß das Eisen beim Ausstrecken die faserige Structur annimmt. Der früher für solches gehörige Eisen beanspruchte Vorzug von körnigem und krystallinischem Eisen ist kaum zuzugestehen.

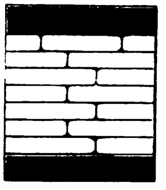




Dampfschiebebühne der Heizhausanlage in Sampierdarena bei Genua.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft.)

Besonders das moderne Flußeisen (Bessemer- und Siemens-Martin-), bei dem die vollkommene Schmelzung alle Schlacke eliminirt hat, sowie das Feinkorneisen und der Puddelstahl, die bei möglichst hoher Temperatur und mit einer eisenarmen, dünnflüssigen Schlacke dargestellt werden, zeigen wenig Sehne, trotzdem oder richtiger eben deswegen erhöhte Festigkeit.

Der dem Puddelofen entnommene Klumpen wird unter dem Dampfhammer geschmiedet und sodann zu gleichförmigem Flacheisen (Rohschienen) von bestimmten Dimensionen (10 und 20 Centimenter Breite und 2 Centimeter Dicke) ausgewalzt. Aus diesem Flacheisen werden dann Packete von ungefähr 20 Centimeter Breite und Dicke zusammengelegt, und zwar derart, daß die breiten in ihrer Breite verschieden dimensionirten Stäbe miteinander abwechseln, um Lagen »voll auf Fug« zu erzielen. Die Packete erhalten oben und unten einen Abschluß von stärker dimensionirten, die ganze Breite der ersteren einnehmenden Flacheisen, und zwar besteht die obere Platte, welche den künftigen Schienenkopf zu bilden hat, aus körnigem Eisen, die untere Platte (der künftige Schienenfuß) aus sehnigem Eisen. Schließlich wird das ganze Packet unter den Dampfhammer genommen und sodann bis zur definitiven Schienenform ausgewalzt.


Packetiren der Schienen.

Wie der Walzbetrieb vor sich geht, dürfte dem Leser bekannt sein. Er besteht darin, daß ein zwischen die übereinander gelagerten oder nebeneinander gestellten Walzen eingeführtes Metallstück durch die Reibung ergriffen und in die Convergenz der beiden Walzen hineingezogen wird. An der engsten Stelle erfährt es die Pressung, passirt dieselbe und tritt an der abgewendeten Seite heraus, wo es von den divergirenden Walzenflächen freigelassen wird. Natürlich müssen die Walzen selbst hinreichend fest sein; sie liegen mit ihren Enden in passenden Achsenlagern, die in äußerst festen Ständern festgemacht sind. Da ein stark dimensionirtes Metallstück nicht auf einmal in der gewünschten Dicke ausgewalzt werden kann, muß es nach und nach immer engere »Kaliber« passiren.

Die gewalzte Schiene kommt rothglühend aus dem letzten Walzenkaliber und wird sofort auf einem verschiebbaren Schlitten gegen rasch rotirende Circularsägen herangeführt, welche die unganzen Enden abschneiden. Bei dem stets gleichen Abstande der Circularsägen wird dadurch gleichzeitig die Länge der Schiene regulirt. Schließlich werden die zur Verbindung der Schienen untereinander erforderlichen Löcher (je zwei an jedem Schienenende) durchgestoßen und im Schienenfuße kleine Einkerbungen eingestanzt. Nach dem Erkalten der Schiene erfolgt der Ausgleich etwaiger kleiner Verbiegungen mittelst der Dampfpresse.

Das Schweißverfahren ist durchaus keine einfache Operation, was in der Natur der zu packetirenden verschiedenen Eisensorten liegt. Die neuerdings hervorgehobene, weiter oben flüchtig erwähnte Gleichwerthigkeit des körnigen und sehnigen Eisens hat sich in der Schienenfabrikation nicht bestätigt. Je nach der Wahl des

einen oder anderen Materials für die ganze Schiene (im Interesse ihrer Homo-
genität) litt entweder die Widerstandsfähigkeit des Kopfes oder die des Fußes
Noch schwieriger gestaltet sich die homogene Verbindung von Eisen und Stahl

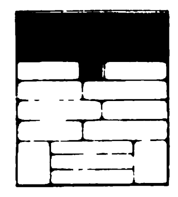


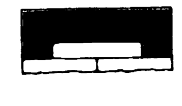
In einem Schienenwalzwerke.

Dies haben die sogenannten Stahlkopfschienen bewiesen, welche in der Wei
erzeugt wurden, daß man zur Abdeckung der zu Packeten zusammengelegten Ro
stücke Stahlplatten wählte. Bei diesen Schienen trat es sehr häufig ein, daß na
einiger Zeit die Stahllage sich stückweise oder in ihrer ganzen Länge ablöste. U

dies zu verhindern, hat man den Deckplatten eine Verstärkung in der Mitte oder an beiden Rändern gegeben, welche möglichst tief in das Packet hineingriffen.

Die Fabrikation der Stahlschienen machte allen diesen Experimenten ein Ende. Der Stahl enthält bekanntlich etwas mehr Kohlenstoff als das Schmiedeeisen und weniger als das Roheisen. Die Stahlsorten mit geringerem Kohlengehalt ähneln in Schmied- und Schweißbarkeit dem Schmiedeeisen, die kohlenstoffreicheren entbehren zwar der Schweißbarkeit, sind dafür aber leichter zu schmelzen. Grundbedingung eines guten Stahles ist das möglichst vollkommene Freisein von schädlichen Beimengungen (Schwefel, Phosphor), da die hierdurch bedingten nachtheiligen Eigenschaften des »Rothbruches« (Sprödigkeit im heißen Zustande) und des »Kaltbruches« (Sprödigkeit bei gewöhnlicher Temperatur) beim Stahl sich besonders geltend machen. Werden diese Bedingungen erfüllt, so kann man guten Stahl entweder aus dem Erze selbst durch Reduction und schwache Kohlung (Rennstahl), oder aus Roheisen durch Entziehung des Kohlenstoffes, bis Stahl zurückbleibt (Frischstahl, Puddelstahl, Bessemerstahl), oder aus dem Stabeisen durch Kohlenzufuhr herstellen. Bleibt das Stabeisen dabei fest und nimmt es den Kohlenstoff aus pulverförmiger Kohle auf, in der es längere Zeit glühend erhalten wird, so erhält man den vorzüglichen Cementstahl. Der Schmelzproceß mit ausgesuchtem Stahlmaterial in Tigeln, mittelst Coaksfeuer durchgeführt, liefert den hochfeinen Gußstahl.



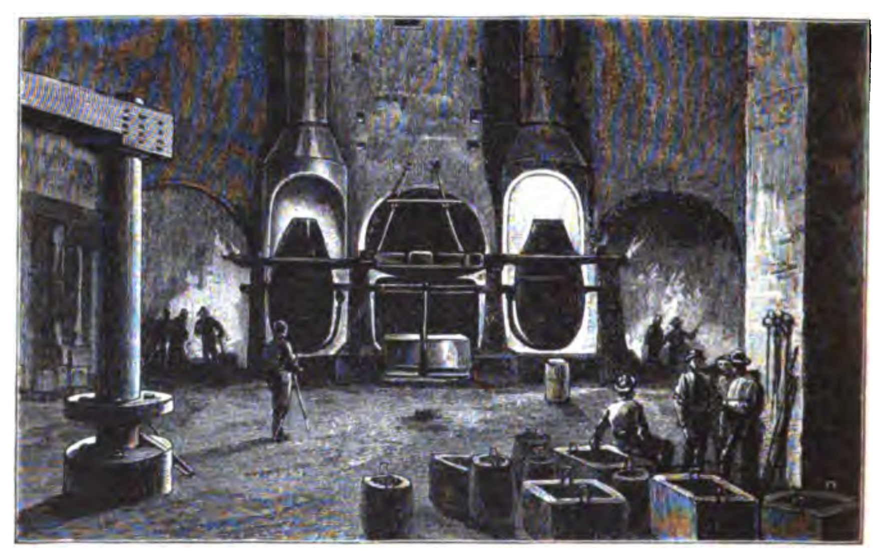


Zusammensetzung der Stahlkopfschienen.

Da wir im Verlaufe dieser Schrift noch häufig Gelegenheit haben werden, auf die verschiedenen Stahlsorten zurückzukommen, ist es unerläßlich, einige Worte über die moderne Stahlerzeugung vorauszusenden. Man unterscheidet das Bessemer-, Thomas- und Martin Siemens-Verfahren. Die Erzeugung des Bessemerstahles beruht darauf, daß durch geschmolzenes graues Eisen ein Luftstrom durch zahlreiche Düsen vertheilt wird. Der Sauerstoff der Luft verbrennt das Silicium, die Kohle und einen Theil des Eisens unter so gewaltiger Temperatursteigerung, daß das rückständige reine Schmiedeeisen dünnflüssig einschmilzt. Bei diesem grundlegenden Verfahren ergab sich indes seinerzeit, daß das Product zu grobkörnig krystallinisch war und in Folge dessen sehr leicht zerbrach. Erst als man das reinste, Schwefel und Phosphor nur in Spuren führende, dafür aber an Silicium reiche Eisen, und zwar in großen Massen anwendete, und nur so lange Luft durchtrieb, daß noch etwas Kohlenstoff zurückblieb, der, richtiger gesagt, das fertige reine Eisen durch Zugabe reinen Spiegeleisens wieder mit Kohlenstoff versah und gleichzeitig durch den Mangangehalt des letzteren jede Spur von Eisenoxyd entfernte, erhielt man das eminent brauchbare Bessemermetall, das, je nach dem Zwecke, dem es dient, mehr oder weniger gekohlt wird. Man kann demnach ebenso gut von Bessemereisen als von Bessemerstahl reden. Sehr bezeichnend ist der

Ausdruck »Flußeisen«, indem in der That hier zuerst neben dem aus einzelnen Körnchen zusammengeschweißten Eisen, geflossenes Eisen zur Anwendung kam, das vollkommen frei von Schlacken und durchwegs homogen war.

Beim Bessemerproceß wird das Roheisen in einem hochgestellten Flamm- oder Cupol- (Gebläse-) Ofen eingeschmolzen und ergießt sich in die sogenannte Bessemerbirne. Diese ist ein auf zwei Schildzapfen drehbares birnförmiges Gefäß aus starkem Kesselblech, das im Innern mit Quarzziegeln oder gestampftem »Ganister« (schiefrigem Quarzsand) ausgefüttert ist. Am Bodentheil ist durch das Futter eine Anzahl Düsen aus feuerfestem Thon eingeschoben, die außen von einem Windkasten umschlossen sind. In diesen letzteren wird von einem mächtigen Cylindergebläse

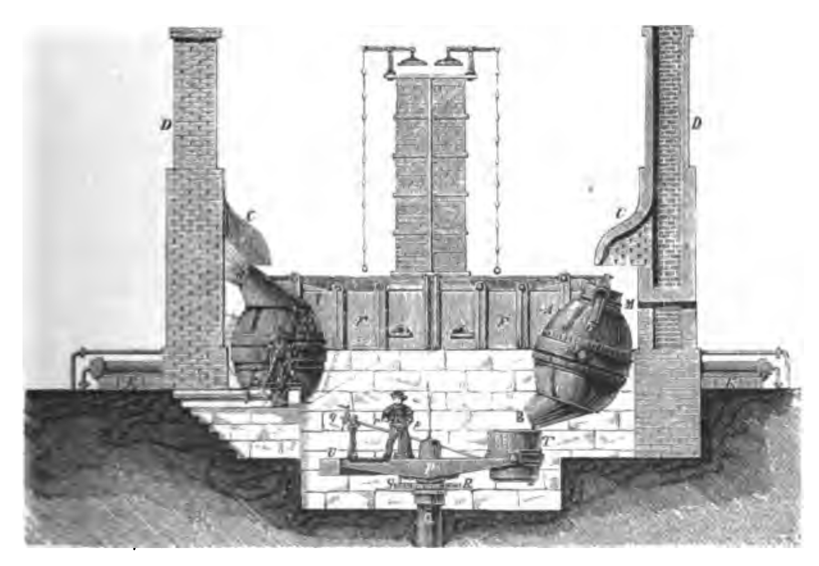


Bessemerwerk.

sehr stark gepreßte Luft eingetrieben. Die Birnform und die mechanische Drehung gestatten es, in der einen Stellung durch eingeschütteten Coaks das Futter stark vorzuwärmen, beziehungsweise nach Umstülpung die Asche herauszublasen; in der zweiten Stellung füllt sich der horizontal gestellte Bauch mit dem eingelassenen geschmolzenen Eisen, das dadurch von dem Eintritte in die Düsen abgehalten wird. Bevor man wieder aufrichtet, wird das Gebläse wieder in Thätigkeit gesetzt. Es durchströmt alsdann die in mindestens 49 Strahlen zertheilte Luft die Eisenmasse und ruft in ihr eine lebhafte Verbrennung hervor, die sich durch eine mächtige und rauschende Flamme äußert, welche aus dem Brennhalse nach einer hochstehenden Esse ausströmt. Das Eisen quillt oft bis zum Rande der Birne auf, wobei Massen von gebildeter Schlacke ausgeworfen werden.

Vermindert sich die Flamme, was nach etwa einer Viertelstunde eintritt, und zeigt der Spectralapparat, den man auf die Flamme richtet, daß die letzten

der auftretenden grünen und blauen Linien verschwunden sind, so senkt man die Birne in die Anfangsstellung zurück, sperrt das Gebläse ab und prüft nun Metall und Schlacke auf ihre Beschaffenheit. Je nach dem Befund oder nach der Qualität des zu erzeugenden Stahles wird hierauf mehr oder weniger geschmolzenes Spiegeleisen beziehungsweise Ferromangan zugegeben, einen Augenblick lang zur Mischung aufgerichtet und geblasen und schließlich der blau leuchtende Metallstrom durch weiteres Neigen der Birne in die mit Thon ausgefütterte Gußpfanne entleert, aus der durch Heben eines Zapfenventils die im Kreise aufgestellten prismatischen Ingotsformen gefüllt werden.



Schematische Darstellung einer Bessemeranlage.
A Bessemerbirnen (Converter). B Mündungen der Converter. C Essen für die Converter. D Schlote. F Cupolöfen. P Gußpfanne. T Ingotsform.

Der Bessemerproceß erfordert, wie erwähnt, ein vorzügliches, siliciumreiches Roheisen; das weit billiger zu erzeugende weiße und phosphorhaltige Roheisen ist für diesen Proceß ungeeignet. Da traf Gilchrist Thomas Abhilfe, indem er die Ausfütterung der Birne mit basischem Material erfand. Auch der Phosphor des Eisens verbrennt, und zwar mit bedeutender Wärmeentwickelung, was zum Flüssigerhalten der Metallmasse vortheilhaft ist, im durchgeblasenen Luftstrome zur Phosphorsäure. In einer Birne mit kieselsaurem Futter bleibt dieselbe aber frei und wird durch das überschüssige Eisen immer wieder zu Phosphor reducirt, der also nicht abgeschieden werden kann. Das ändert sich sofort, sobald man ein basisches Futter aus scharf gebrannten Magnesitsteinen, oder besser eine Ausstampfung mit gebrannter Magnesia und dickem Steinkohlentheer (als Bindemittel) anwendet. Letzterer geht beim Ausglühen in Kohle über. Außerdem setzt man, um das Futter

zu schonen, beträchtliche Mengen gebrannten Kalkes ein. Dies ist die Erzeugungsweise des »Thomasstahl«.

Das Martin Siemens-Verfahren endlich ist ein sehr bequemes Mittel, allerlei Eisen- und Stahlabfälle, vor Allem aber die Massen Alteisen (also auch verbrauchte Eisenbahnschienen) zu verwerthen. Mit Hilfe eines sogenannten Siemens-schen Regenerativgasofens wird in einem Flammofen eine enorm hohe Temperatur erzeugt. In dem vertieften Herde dieses Ofens wird eine verhältnißmäßig kleine Menge guten Roheisens eingeschmolzen und in dieses Bad die passend zugeschnittenen Alteisenabfälle in rothglühendem Zustande allmählich eingetragen. Am Ende der Operation setzt man noch abgewogene Mengen Spiegeleisen in Stücken zu und wiederholt die Schmiedeprobe, bis der Charakter des gewünschten Stahles erreicht ist, worauf das Abstechen in die Ingotsformen und das weitere Auswalzen derselben wie beim Bessemerstahl erfolgt. Da das Probeziehen sehr erleichtert ist, gelangt man sicherer als beim Bessemerverfahren zu der gewünschten Stahlqualität.

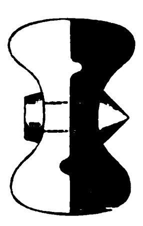
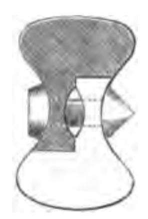
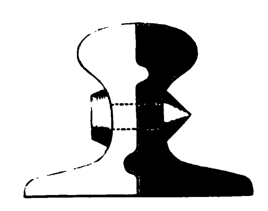
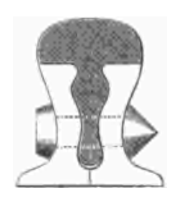
Die Schweißeisenschienen standen bis zum Beginne der Siebziger Jahre fast ausschließlich in Verwendung. In sehr bescheidenem Maße, was bei der Kostspieligkeit des Fabrikates begreiflich ist, bediente man sich der Schienen aus Tiegelgußstahl. Häufiger waren die Puddelstahlschienen, d. h. die Schweißung und Auswalzung einzelner Stahlplatten. Seitdem hat die Erzeugung der Stahlschienen nach dem vorgeschilderten Verfahren die Oberhand gewonnen. Damit nicht befriedigt, sann man auf ein Mittel, welches dem Uebel aller homogenen Schienen abhelfen sollte, nämlich deren Entwerthung in Folge des Auswechselns bei oft nur geringer Beschädigung an einer einzelnen Stelle.

Das Ergebniß war die sogenannte »zusammengesetzte Schiene«, welche in Amerika bereits im Jahre 1840, einige Jahre später in Deutschland in Aufnahme kam. Dem angestrebten Zwecke gemäß bestand diese Neuerung im Wesentlichen darin, daß beim Schadhaftwerden des Kopfes der Schiene nur dieser ausgewechselt zu werden brauchte. Zu diesem Ende wurde die Schiene aus mehreren Theilen zusammengesetzt, deren Anordnung aus den beigegebenen Figuren zu ersehen ist. Je nach der Zahl der Theile unterschied man zwei- oder dreitheilige Schienen, wobei die Anordnung getroffen werden konnte, daß der Kopftheil aus besonders widerstandskräftigem Material hergestellt wurde. Die zweite und vierte der angefügten Figuren zeigen diese Anordnung. Die umständliche Herstellungsweise dieser Art von Schienen, sowie ihr bedeutendes Gewicht haben ihre Verwerthung verhindert.

Es leuchtet Jedem ein, daß die Schienen, insbesondere diejenigen auf den Hauptbahnen mit sehr dichtem Verkehre, in hohem Grade in Anspruch genommen werden. Mit der Einführung der Stahlschienen wurde deren Abnützungsfähigkeit erheblich gesteigert, so daß die durchschnittliche Dauer derselben, je nach dem Charakter der Bahn als Thal- oder Gebirgsbahn, auf 20 bis 30 Jahre angenommen wird, während eiserne Schienen nur etwa die Hälfte dieser Zeit standhielten. Interessanter sind die Erfahrungen rücksichtlich des Maßes der Abnützung

an den Schienenköpfen. Nach den vorliegenden Aufzeichnungen des »Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen« tritt ein Abschleifen des Schienenkopfes um 1 Millimeter unter den günstigsten Bedingungen (geringste Steigung, großer Curvenhalbmesser, Strecken, auf welchen nicht gebremst wird) erst bei einer auf dem betreffenden Geleise fortbewegten Bruttolast von 10 bis 20 Millionen Tonnen ein. Dieselbe wird aber bedeutend geringer bei minder günstigen Verhältnissen, indem sie auf Bahnen mit mittlerem Gefälle, auf welchen theilweise gebremst wird, auf 6 bis 7 Millionen Tonnen, bei stärkeren Steigungen und Curven mit mittlerem Krümmungshalbmesser auf 4 Millionen Tonnen, und bei den stärksten Steigungen und Curven mit kleinstem Radius vollends auf 1 bis 2 Millionen Tonnen herabgeht.

Neben dieser regelmäßigen Abnützung sind indes die Schienen auch der unregelmäßigen Abnützung ausgesetzt, welche sich entweder auf Zufälligkeiten oder in der Beschaffenheit des Materials gründet. Hierher gehören die als »Schienenbrüche« auftretenden kleinen Querrisse, die Abbröckelungen einzelner Stellen des Schienenkopfes (»Ausbrüche«) und die entweder auf Schweißfehlern oder im Schienenkörper

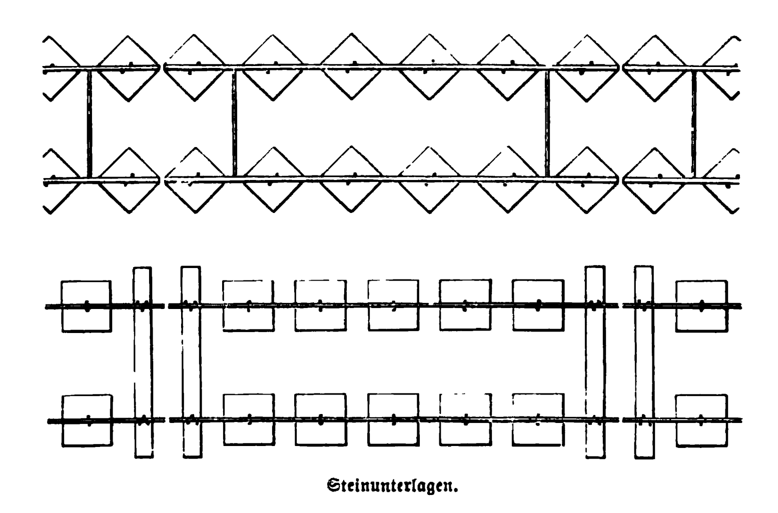





Zusammengesetzte Schienen.

verbliebenen Gußblasen rückzuführenden »Druckflecken«, nämlich kleinen Vertiefungen auf der Lauffläche der Schienen. Sehr interessant ist die Wahrnehmung, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Schienen jener Geleise, welche (wie bei den zweigeleisigen Bahnen) nur in einer Richtung befahren werden, eine geringere Abnützung aufweisen als die Schienen eingeleisiger Bahnen, auf welchen der Verkehr in beiden Richtungen stattfindet. Außerdem können unter sonst gleichen Verkehrsverhältnissen in Bezug auf die bewegten Massen die einzelnen Formen der unregelmäßigen Ausnützung in verschiedenem Grade auftreten, je nach dem Zustande des Oberbaues, der Fahrgeschwindigkeit, den Witterungs-, Steigungs- und Richtungsverhältnissen der Bahn. Bei den Schweißeisenschienen war die regelmäßige Abnützung am stärksten bei jenen Bahnen, die ihre Fahrzeuge mit Radreifen aus Stahl ausgerüstet hatten, welcher Umstand die Einführung der Stahlschienen beschleunigte.

Neben den vorstehend skizzirten Formen der Schienenabnützung kommen noch die Deformationen in Betracht, welche eine Folge von Spannungszuständen im Schienenkörper selbst sind. Die Untersuchungen hierüber sind sehr complicirt, wurden aber schon vor geraumer Zeit in sehr exacter Weise (insbesondere durch

M. M. von Weber) angestellt, sodann durch andere Techniker bis in die jüngste Zeit fortgesetzt, ohne daß die Ergebnisse einen definitiven Abschluß gefunden hätten. Die fraglichen Spannungen werden durch die Bewegung der Fahrzeuge bedingt, durch den senkrechten Druck, welche Durchbiegungen veranlassen, alsdann durch den unruhigen Gang der Fahrzeuge und deren seitliche Angriffe auf die Schienen in den Curven, welche Verdrehungen der Schienen oder deren Umkanten zur Folge haben können. Auch die Aufschläge der Radreifen auf die Schienenenden an den Stoßverbindungen und die dadurch veranlaßte Inanspruchnahme der Laschen, ist ein Factor, der in Betracht zu ziehen ist. Das nähere Eingehen in diese Verhältnisse würde ausschließlich fachmännische Fragen berühren, welche dem Interesse des Laien ferneliegen.

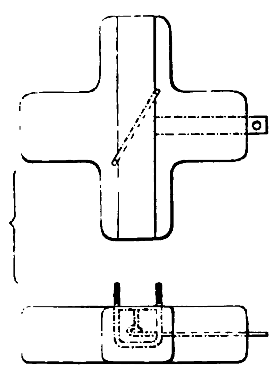


Steinunterlagen.

Wir kommen nun zu einem zweiten Detail des Oberbaues, den **Schienenunterlagen**. Ihr Zweck ergiebt sich aus ihrem Namen. Die Unterlagen sind entweder aus Stein, Holz oder Eisen, bei welch' letzterem vorläufig der eiserne Unterbau nicht in Betracht kommt. Die **steinernen Unterlagen** sind diejenigen, welche in der Anwendung am weitesten zurückreichen und theilweise bis auf den Tag sich erhalten haben. Selbst zu einer Zeit, wo sie längst aufgegeben waren, wurde ihre Wiederanwendung bedingungsweise angeregt, und zwar vornehmlich unter dem Einflusse hoher örtlicher Holzpreise, welche die Holzschwellen sehr vertheuerten. Am längsten haben sich auf dem Continent die steinernen Unterlagen auf den bayerischen Staatsbahnen und auf der Taunusbahn erhalten, doch wird auf ersteren schon seit einiger Zeit ein planmäßiges Auswechseln dieser Unterlagen gegen Holzschwellen vorgenommen.

Die Gründe gegen die Steinunterlagen sind mancherlei; zunächst ihre geringe Elasticität, welche ein sehr »hartes Fahren« bedingt und dadurch indirect die Ab-

nützung von Schienen und Radreifen erhöht; alsdann die Zerbrechlichkeit der für die Unterlagen benützten würfelförmigen Quader und die Schwierigkeit der Befestigung; schließlich der Mangel eines Verbundes der Auflagepunkte der beiden Schienenstränge eines Geleises untereinander, was insbesondere an den Stößen ein schwerwiegender Nachtheil ist. Um speciell diesem letzteren entgegenzutreten, hat man die Stoßverbindungen mit Zuhilfenahme zweier Holzschwellen bewirkt und andererseits den Verbund der parallelen Gestänge durch sogenannte »Spurstangen« erzielt. Durch die Anordnung der Steinwürfel mit der Diagonale in der Richtung der Schienenachse glaubte man zugleich mit der Erzielung der größeren Auflagefläche ein wirksames Mittel gegen das Umkanten der Würfel gefunden zu haben. Es hat sich aber ergeben, daß durch diese Anordnung jeder Würfel als Keil wirke, wodurch die Widerstandskraft des Gestänges in der Fahrrichtung nothwendigerweise leiden müsse. Alle diese Details sind in den nebenstehenden Figuren veranschaulicht.



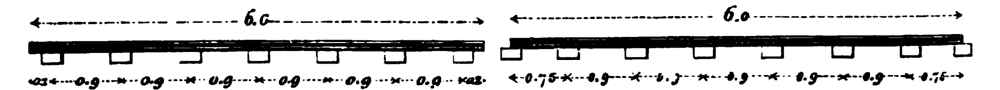
Stierlin'sche Steinunterlage.

Eine besondere Construction der Steinunterlagen rührt von Stierlin her, welcher an Stelle der Granit- oder Sandsteinwürfel auf künstlichem Wege aus einem Gemenge von Asphalt und Kies erzeugte kreuzförmige Unterlagen empfahl. Zur Aufnahme, beziehungsweise exacteren Verbindung der Schienen mit dem Steinkörper sind drei Eisentheile eingegossen: ein T-Eisen, dessen breite Flansche an der oberen Fläche sichtbar ist und zu unmittelbarer Auflage des Schienenfußes dient; ein zweimal rechtwinkelig umgebogenes Eisen, dessen nach aufwärts stehende und aus dem Steinkörper hervortretende Enden mit Schraubengewinden versehen sind, welche durch Aufnahme von Muttern die Befestigung der Schiene auf den Unterlagen gestatten; schließlich ein im Steinkörper entsprechend verankertes, seitwärts (an der Innenseite) hervortretendes Flacheisen, zur Aufnahme der Spurstangen. Diese Unterlagen sind ebenso complicirt als theuer und beheben nur theilweise die den Steinunterlagen anhaftenden Mängel.

Die weiteste Verbreitung haben die hölzernen Unterlagen — gemeinhin »Schwellen« genannt — gefunden, und zwar entweder in Form von Langschwellen bei allen aus Flach- oder Brückenschienen hergestellten Gestängen, oder in Form von Querschwellen, wie sie bei dem typischen Oberbau in die Erscheinung treten. Langschwellen fanden übrigens auch beim Stuhlbau und bei den Vignolesschienen Anwendung, ohne daß sie sich zu behaupten vermocht hätten, und zwar aus sehr stichhältigen Gründen. Zunächst sind die Langhölzer schwer zu handhaben, alsdann sind sie dem Werfen und Verkrümmungen ausgesetzt, sie verhindern die Entwässerung des Bettungskörpers und bedürfen überdies der Querverbindungen, um die Spurweite aufrecht zu erhalten.

So wurde nach und nach der Querschwellenbau zum herrschenden und seine Vortheile erwiesen sich bedeutend genug, um zu begreifen, daß derselbe sich durch lange Zeitläufe in unveränderter Gestalt erhalten hat. Das Material der Querschwellen (und Schwellen überhaupt) ist Eichen-, Föhren- und Fichtenholz, seltener Lärchen- und Buchenholz. Die Dauerhaftesten sind die ersteren, die minderwerthigsten die letzteren. Die zu Schwellen bestimmten Hölzer werden in festgesetzten Längen (durchschnittlich 2·5 Meter) und Querschnittsmaßen hergestellt, entweder rechteckig oder trapezförmig behauen oder als halbe Rundhölzer entsprechend zugerichtet, indem man die obere Wölbung, welche zur Aufnahme der Schienen bestimmt ist, abglättet. Die Ausmaße der Schwellen hängen theils von der Güte des Bettungsmaterials, theils von der in Zukunft über die Schienen fortzubewegenden Last ab. Die »Stoßschwellen«, welche zur Aufnahme der sogenannten »ruhenden Stöße« bestimmt sind, müssen stärker dimensionirt werden, weil sie stärker in Anspruch genommen sind, als die Zwischenschwellen.

Die Querschwellen werden auf den (später noch zu besprechenden) Bettungskörper quer zur Längenachse des Planums gebracht, und zwar in bestimmten Ent-



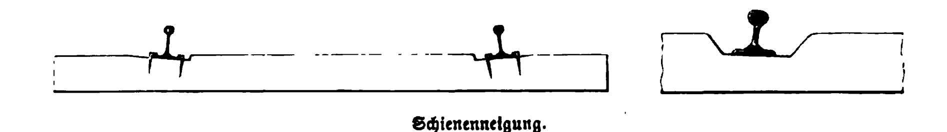
Entfernung der Querschwellen.

fernungen von einander, die sich nach der Stärke der Fahrschienen richten. Bei Hauptbahnen beträgt diese Entfernung einen Meter oder etwas weniger. Ist das Gestänge nach dem Principe des »schwebenden Stoßes« hergestellt, d. h. erhalten die beiden aneinanderstoßenden Schienen an ihrer Trennungsfuge keine Unterlage, so müssen die dem Stoß zunächstliegenden Schwellen bedeutend näher zueinander rücken. Gewöhnlich beträgt das Maß der Entfernung diesfalls die Hälfte des obenstehenden Betrages, oder etwas mehr. Bei Gestängen mit »ruhendem Stoß« pflegt man die der Stoßschwelle benachbarten Schwellen um ein kleines Maß an jene heranzurücken. Die beigefügten Figuren veranschaulichen beide Anordnungen.

Bekanntlich sind die Radreifen der Fahrzeuge nicht cylindrisch, sondern konisch geformt, was zur Folge hat, daß die Schienen, damit deren Köpfe geeignete Laufflächen abgeben können, etwas nach einwärts geneigt sein müssen. Dementsprechend müssen die Schwellen auf den Schienenauflageflächen mit geneigten Einkerbungen versehen, d. h. »gekappt« werden.

Neben den anerkannten Vorzügen fällt den hölzernen Schwellen der schwerwiegende Nachtheil zu, daß sie wenig widerstandsfähig sind und unter dem Einflusse der Witterung sowohl, als durch ihre Inanspruchnahme im Betrieb verhältnißmäßig rasch zu Grunde gehen. Erfahrungsgemäß kommt den eichenen Schwellen eine Dauer von 13 bis 16 Jahren, den kiefernen eine solche von durch-

schnittlich 8, den Tannen- und Fichtenschwellen von 4 bis 5, den Buchenschwellen von 2 bis 3 Jahren zu. Die wenig in Verwendung kommenden Lärchenschwellen erhalten sich durch 7 bis 10 Jahre. Das sind indes nur Durchschnittsziffern, denn es kommen mancherlei Factoren in Betracht, welche für die Dauer der Schwellen maßgebend sind. Unter ungünstigen Witterungsverhältnissen gehen die Schwellen vorzeitig durch Fäulniß zu Grunde, bei starkem Verkehr durch mechanische Angriffe. In Nebengeleisen, welche vom Verkehr wenig in Anspruch genommen werden, erfolgt die schließliche Zerstörung durch Fäulniß, während in Hauptgeleisen die Schwellen durch die fortgesetzten Pressungen und Stöße der Fahrzeuge, lange bevor die Wirkungen der Fäulniß sich fühlbar machen, unbrauchbar werden. Den heftigsten Angriffen sind selbstverständlich die Auflageflächen ausgesetzt; dieselben werden mit der Zeit verdrückt, wodurch neue Kappungen nothwendig werden. Dadurch greift aber diese immer tiefer in das Holz ein und der Schwellenkopf wird derart geschwächt, daß dessen Abknickung zu befürchten ist. Das Auswechseln der Schienen oder die Reparaturen an seitlichen Verdrückungen bedingen ein wiederholtes Ausziehen und Wiedereintreiben der Hackennägel, was für das Schwellenholz gewiß



Schienenneigung.

nicht von Vortheil ist. Dazu kommt noch das Aufspalten der Schwellen bei raschem Temperaturwechsel oder aus anderen Ursachen.

Auf dem Wege der Erfahrung haben sich folgende Thatsachen ergeben: Am häufigsten gehen die Schwellen durch »Einfressen«, d. h. durch Zerstörung des Holzgefüges an den Schienenauflagern zu Grunde, eichene Schwellen rascher als kieferne, und zwar im geringeren Maße in den Bahnhofs- und Nebengeleisen als in den Hauptfahrgeleisen. Den nächst höheren Procentsatz weisen die »zernagelten« Schwellen auf, wobei wieder die eichenen gegenüber den kiefernen überwiegen, mit einem geringeren Antheil der Bahnhofs- und Nebengeleise als der Hauptfahrgeleise. Hieran schließen sich (im procentualen Verhältnisse) die durch Fäulniß zu Grunde gegangenen Schwellen mit einem Ueberwiegen der eichenen gegenüber den kiefernen, und zwar gehen diesfalls in den Bahnhofs- und Nebengeleisen fast dreimal so viel zu Grunde als in den Hauptgeleisen. Zuletzt kommen die »aufgespalteten« Schwellen. Hier stellen die Hauptfahrgeleise den größten Procentsatz und überwiegen die eichenen erheblich die kiefernen.

In einem speciellen Falle gestalteten sich diese Verhältnisse wie folgt: Es wurden circa 9000 Schwellen ausgewechselt, hievon etwa 6000 in den Hauptfahrgeleisen, 3000 in den Bahnhofs- und Nebengeleisen, und zwar circa 6200 eichene, 2800 kieferne. Davon waren zerstört durch (in Procenten)

	Verfaulen	Zernageln	Anspalten	Einfressen
in den Hauptgeleisen	8.2	26·7	20·9	44·2
in den Bahnhofs- und Nebengeleisen	46·6	23·0	9·3	21·1
überhaupt	21·1	25·5	16·7	36·7

Um die Dauer der Schwellen zu verlängern, werden dieselben imprägnirt, wobei verschiedene Methoden in Anwendung kommen, welche insgesammt dasselbe bezwecken, nämlich dem Holze den größten Theil seines Wassergehaltes zu entziehen und an dessen Stelle einen fäulnißwidrigen Stoff zu setzen. Erleichtert werden diese Verfahren, wenn die zu Schwellen bestimmten Hölzer in der Zeit, in welcher der Saftumlauf sistirt ist (also im Winter), gefällt und die aufbereiteten Schwellen gut ausgetrocknet werden. Eine gute Nachhilfe ergiebt das Dörren in besonderen Trockenräumen, oder das »Ausdampfen« in großen Kesseln. Die eigentliche Imprägnirung erfolgt alsdann im Großen und Ganzen auf dreifache Weise. Die Schwellen werden nämlich entweder in eine wässerige Lösung von Quecksilberchlorid eingelegt; oder es wird durch die zu Schwellen bestimmten, noch mit der Rinde versehenen Rundhölzer in der Richtung der Fasern eine Kupfervitriollösung eingepreßt; oder es werden die fertigen Schwellen in eigenen Kesseln, welche eine Lösung von Zinkchlorid oder Steinkohlentheer (oder eine Mischung beider) enthalten, unter einem Drucke von 8 bis 10 Atmosphären behandelt.

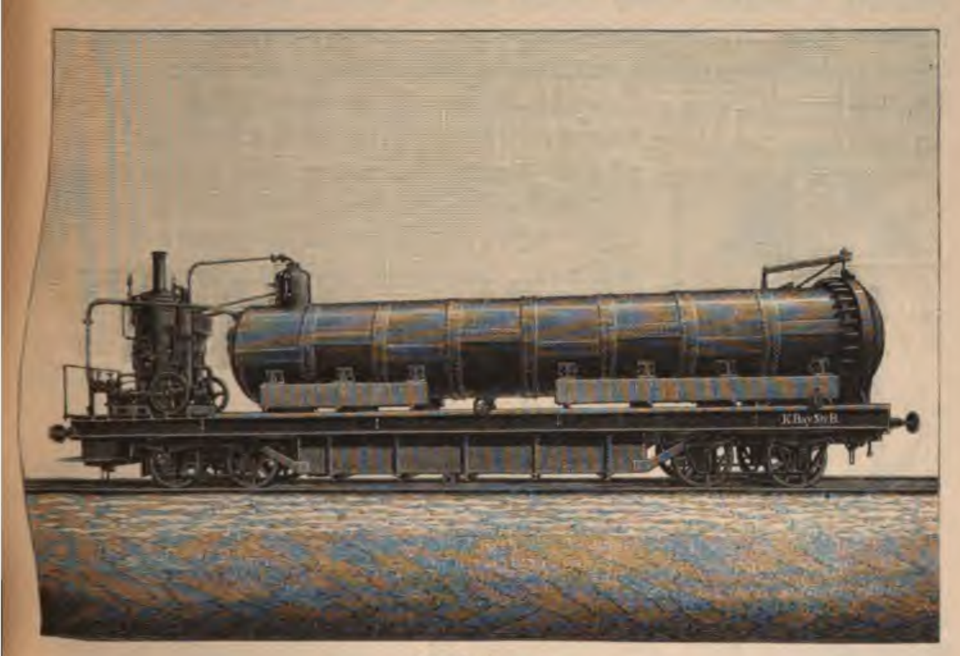


Imprägnirmethode nach Boucherie.

Das erstgenannte dieser Verfahren rührt von Kyan her und wird deshalb »Kyanisiren« genannt; das Durchpressen wurde zuerst von Boucherie angewendet. Die zuletzt beschriebene Methode wird das Hochdruckverfahren genannt. Das Kyanisiren ist durch die beigefügte Figur erläutert. Es besteht im Wesentlichen darin, daß von einer Röhrenleitung (B), welche mit einem überhöhten Reservoir, das die Imprägnirungsflüssigkeiten enthält, in Verbindung steht, kurze Zweigröhren nach den nebeneinander gelegten Rundklötzen derart abgehen, daß sie in die Stirnseiten derselben eingeführt werden können. Es ist indes nothwendig, dieselbe entweder mit einer Blechkapsel (A) oder mit einem Brettchen, das auf einem Ring aus gefettetem Seil aufruht, abzudecken. Die Klötze werden durch entsprechende Unterlagen in einer geneigten Lage nach der vom Leitungsrohre entgegengesetzten Richtung erhalten. Durch den hydrostatischen Druck der Imprägnirungsflüssigkeit dringt dieselbe vermittelst der Zuleitungsröhren in die Rundhölzer ein und wird nach der entgegengesetzten Richtung durchgepreßt. Hier nimmt ein Canal (C) die austretende, also überschüssige Flüssigkeit auf. Da die Imprägnirung der einzelnen Klötze nicht gleichmäßig vorsichgeht, sind an den Zweigröhrchen Hähne zum absperren der Zuleitung angebracht.

In neuerer Zeit ist das Kyanisiren durch das Hochdruckverfahren verdrängt worden. Hierbei wird eine größere Zahl von Schwellen mittelst eiserner Räder-

gestelle, die auf Schienen laufen, in den Imprägnirungsraum gebracht, welcher mit einem Dampfkessel in Verbindung steht. Durch das Einlassen von Dampf wird den Hölzern der Saft entzogen und durch ein Rohr am Boden entfernt. In dem hierauf mittelst einer Dampfpumpe erzeugten luftverdünnten Raume wird die Imprägnirungsflüssigkeit (Zinkchlorid) eingepumpt und der Kessel durch mehrere Stunden einem Drucke von mindestens 8 Atmosphären ausgesetzt. Damit ist das Verfahren beendet. Sehr von Vortheil sind die sogenannten »Imgrägnirungswagen«, auf welchen der Apparat montirt ist, und der sonach nicht an einen bestimmten



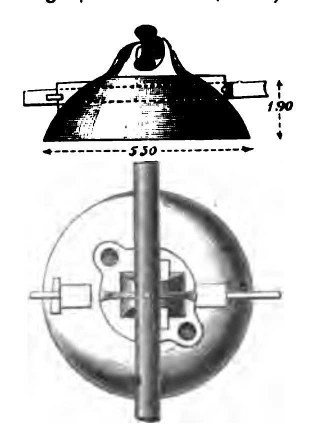
Imprägnirwagen.
(Nach einer vom Constructeur — Maschinenbau-Gesellschaft in Nürnberg — zur Verfügung gestellten Photographie.)

Ort gebunden ist, sondern überall dort, wo er eben gebraucht wird, in Verwendung treten kann . . . Die Erfahrungen, welche man mit imprägnirten Schwellen gemacht hat, lehren, daß ihre Dauer erheblich verlängert wird, und zwar um das Doppelte und Dreifache bei Kiefer- und Fichtenschwellen, etwas weniger bei den Eichenschwellen.

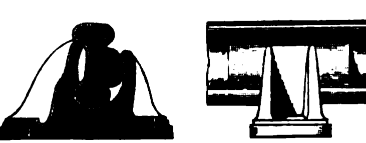
Neben den steinernen und hölzernen Schienenunterlagen sind schon vor mehreren Jahrzehnten auch eiserne in Verwendung gekommen, und zwar hauptsächlich das Graeve'sche »Glockenlager« (Schalenlager), welches umstehend abgebildet ist. Es hat die Form eines kreisrunden, mit der Oeffnung nach abwärts gewendeten Beckens mit angegossenem Stuhle zur Aufnahme der Schiene. Zwei auf der Oberfläche der Wandung angebrachte Löcher hatten den Zweck, das Ein-

stampfen des Bettungsmaterials zu gestatten. Der Werth dieser »Calotten« genannten Schalenlager für Eisenbahnen in tropischen Ländern, wo sie eben hauptsächlich zur Anwendung gelangten und wo die hölzernen Schwellen naturgemäß sehr dem Verderben ausgesetzt sind, ist nicht zu unterschätzen. Da die Calotten nicht zu schwer dimensionirt werden dürfen, können sie nur auf Bahnen mit schwachem Verkehr und verhältnißmäßig geringen fortbewegten Lasten mit Vortheil angewendet werden.

Schiene und Schwelle bilden die beiden Organe eines Gestänges, und müssen demgemäß in möglichst soliden Verbund gebracht werden. Es geschieht dies in verschiedener Weise bei den Stuhlschienen und bei den breitbasigen Schienen. Bei ersteren gelangen gußeiserne »Stühle« in Verwendung, dem Wesen nach starke Lagerplatten mit seitlich aufstehenden Backen und Verstärkungsrippen. Form und Anordnung dieser Bestandtheile sind aus den beigefügten Figuren zu ersehen. Die Schiene kommt in den von den beiden Backen gebildeten Hohlraum zu ruhen, lehnt sich hierbei an die äußere Backe, und zwar derart, daß sie die erforderlich Neigung nach einwärts annimmt, und wird schließlich durch Eintreiben eines Holzkeiles zwischen dem Schienensteg und der anderen Backe festgemacht. Zwei Löcher am Fuße des



Schalenlager.



Befestigungsweise der Stuhlschienen.

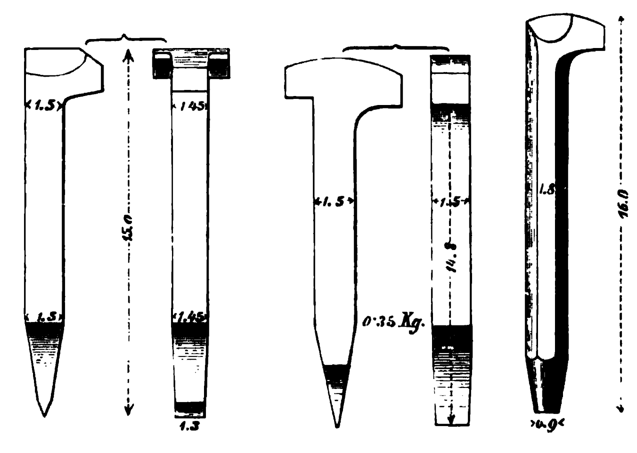
Stuhles dienen zur Befestigung desselben auf der Unterlage (Steinwürfel oder Holzschwelle).

Beim ältesten Stuhlbau kamen eiserne Keile und hölzerne Befestigungsnägel in Anwendung, welche sich nicht bewährten, die letzteren auch dann nicht, als man in dieselben noch überdies einen eisernen Nagel eintrieb, dessen breiter Kopf das Ende des Holznagels abdeckte. Späterhin verwendete man entweder einen oder zwei gegeneinander getriebene Keile, welche indes den Uebelstand aufwiesen, daß sie bei starker Durchweichung aufquollen und den Stuhl sprengten, beziehungsweise beim Schwinden der Sonnenhitze locker wurden und herausfielen. Erst als man lernte, die verwendeten Keile durch Pressen und Sieden in Oel ihrer Eigenschaft der Volumenveränderung zu entkleiden, gaben sie gute Befestigungsmittel ab. Zur Verbindung der Stühle mit den Unterlagen bediente man sich fortan nur mehr eiserner Nägel oder Schraubenbolzen.

Da die Keilverbindung trotz alledem den schwächsten Punkt des Stuhlbaues bildet, hat es nicht an Versuchen gefehlt, für die hölzernen Keile Ersatz zu schaffen.

Dering empfahl Keile aus cylindrisch geformtem Stahlblech mit dem Querschnitt der gewöhnlichen Holzkeile, konnte aber damit nicht durchdringen. So lange man bei den Stuhlschienen darauf bedacht war, sie durch Wenden entsprechend länger auszunützen, jedoch die Wahrnehmung machte, daß der am Boden des Stuhles aufruhende Schienenkopf Eindrückungen erhielt, ersann man eine Anordnung, welche dahin abzielte, die unmittelbare Berührung des unteren Schienenkopfes mit dem Stuhlboden aufzuheben. Diese Anordnung war ziemlich complicirt und wurde schließlich gegenstandslos, als der Vortheil des Wendens als ein sehr problematischer sich erwies.

Zur Befestigung der Schienen auf den Unterlagen verwendete man ursprünglich Holzschrauben, welche bald durch Nägel und Schraubenbolzen verdrängt wurden. Bei Steinwürfeln als Unterlagen wurden die vorgebohrten Löcher mit Holz ausgefüttert und in dieses die Nägel eingeschlagen. Die Holzschrauben waren besonders bei den auf Langschwellen zu befestigenden Flachschienen beliebt, wobei man die Köpfe der ersteren versenkte und den Löchern in den Schienen eine ovale Form gab, um den durch die Temperaturschwankungen bedingten Bewegungsspielraum zu gewinnen; auch bei den breitbasigen Schienen, insbesondere im Langschwellenbau, kamen Holzschrauben in Verwendung, wurden aber mit Verallgemeinerung des Querschwellenbaues allmählich durch die eisernen Nägel verdrängt.

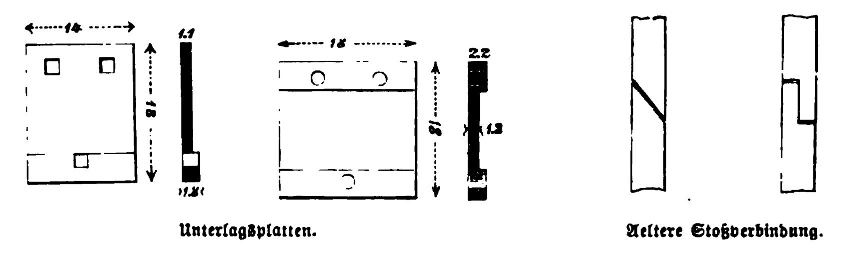


Schienenhackennägel.

Anfänglich wurden die Nägel durch Löcher im Schienenfuß getrieben, was diesen unbedingt schwächte, so daß es einen wesentlichen Fortschritt bedeutete, als man Hakennägel mit gleichzeitiger Benützung von Unterlagsplatten in Anwendung brachte. Die Hakennägel haben vorwiegend quadratischen Querschnitt, sind gegen die Spitze hin nicht verjüngt und enden in einer Schneide. Die vielfach in Verwendung stehenden achteckigen Nägel laufen in einem kurzen abgestutzten Conus aus. Behufs leichteren Ausziehens der Nägel aus dem Schwellenholze erhalten dieselben hakenförmige Ansätze, entweder je einen zur Seite des Nagelkopfes, oder einen einzigen nach auswärts gerichteten. Neben den Nägeln kamen früher öfters auch Schraubenbolzen vor, doch war ihre Befestigungsweise complicirt, indem die Bolzen von unten her durch im Schwellenholz vorgebohrte Löcher gesteckt

werden mußten, um die Muttern aufschrauben zu können. Mitunter legte man die letzteren in der Schwelle fest und schraubte die Bolzen ein. Diese Umständlichkeiten sowohl als die Nachtheile der Schraubenverbindungen in quellendem oder schwindendem Holze, haben dieselben fast ganz außer Gebrauch gesetzt.

Die Schienen werden mittelst der Hakennägel vielfach nicht unmittelbar an die Schwelle festgemacht, sondern man bedient sich hierzu eines Zwischentheiles, der sogenannten Unterlagsplatten. Sie bilden ein ausgezeichnetes Mittel, die durch die Nägel bewirkte Verbindung zu versteifen, weil im Falle mechanischer Einwirkungen auf die Schiene alle Nägel einer Verbindungsstelle gemeinschaftlich in Anspruch genommen werden. Nebenher mindern die Unterlagsplatten das Eindrücken des Fußrandes der Schienen in die Schwellen ab. Um die Reibung zwischen Platten und Schwellen bei seitlichem Drücken der Schienen wirksam zu machen, erhalten die ersteren an der äußeren Kante (mitunter auch an der inneren) einen überhöhten Rand, an welchen sich die Kante des Schienenfußes dicht anlegt. Die Löcher für die Nägel werden meist dicht an diesem Rand eingestanzt.

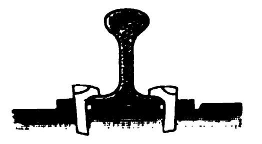
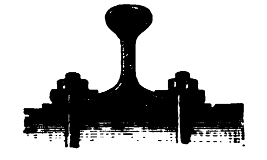
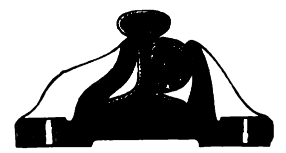


Unterlagsplatten. Aeltere Stoßverbindung.

Wir kommen nun zur Verbindung der Schienen untereinander, d. h. zur Fertigstellung des vollständigen Gestänges. Es ist dies eine der wichtigsten Manipulationen, da diese Verbindungspunkte die schwächsten Stellen des Geleises sind. Die Schienen unterliegen nämlich den Einwirkungen der Temperaturschwankungen, d. h. sie dehnen sich in ihrer Längsrichtung aus, oder ziehen sich zusammen, wodurch es unthunlich erscheint, die Schienenenden knapp aneinander zu stellen. Es wird vielmehr eine Trennungsfuge freigelassen, welche man »Stoß« nennt. Mag dieselbe verhältnißmäßig noch so schmal sein, immer wird das darüber rollende Rad an das ihm entgegenstehende Schienenende aufschlagen. Erwägt man die Häufigkeit dieses Vorganges, so ergiebt sich ohne weiteres, daß die Schienenenden nicht nur einer sorgfältigeren Befestigung auf den Unterlagen, sondern zugleich einer sehr exacten Verbindung untereinander bedürfen, um der Inanspruchnahme durch die Fahrzeuge gewachsen zu sein.

Die Stoßverbindungen haben eine Zeit vielfacher Experimente hinter sich und sind gewiß auch heute noch verbesserungsfähig, obwohl alles Erdenkliche geschehen ist, um den Schienenanschluß zu einem möglichst sicheren zu gestalten. Ursprünglich glaubte man dies durch schräges Abschneiden der Schienenenden oder durch

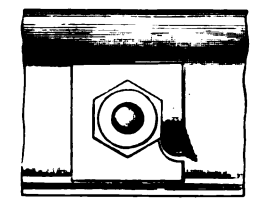
Zusammenblatten derselben zu erreichen, erzielte aber nicht den gehofften Erfolg; ja die Schienenenden wurden bei diesem Vorgange noch viel rascher abgenützt als sonst. Die erste solide Stoßverbindung, die construirt wurde, bestand in der Unterlegung der Schienenbasis mit einer auf beiden Seiten mit überhöhten Leisten versehenen und durchlochten Unterlagsplatte, und die Befestigung derselben, sowie des Schienenfußes mittelst Nägeln oder Schraubenbolzen an die Schwelle, beziehungsweise den Steinwürfel. Auch der Stuhl wurde zu Versuchen herangezogen, doch zeigte es sich bald, daß in Folge der großen Weite der Stuhlhöhlung, welche durch

Schienenbefestigung an den Stößen.

den breiten Schienenfuß bedingt war, sowie in Folge der unverhältnißmäßig dicken Keile, die aus demselben Grunde zur Anwendung kamen, die Verbindung eine sehr unsichere wurde. Die Backen der Stühle pflegten häufig zu brechen, während die Keile in außergewöhnlichem Maße den Einwirkungen der Witterung ausgesetzt waren.

Die letzte Entwickelungsstufe der Stoßverbindungen ist durch die Verlaschung, die zur Zeit allein im weitesten Umfange in Anwendung stehende, bezeichnet. Das Princip der Verlaschung beruht darauf, daß lange, schmale und entsprechend dicke Platten aus Eisen oder Stahl derart zwischen dem Unterrande des Schienenkopfes und dem unteren Ende des Steges quer über die Fuge der beiden Schienenenden gelegt werden, daß sie dem Schienenkopfe eine widerstandskräftige Stütze gegen seitliche Verdrückungen darbieten. Um dies möglichst vollkommen zu erzielen, muß der Anschluß der Laschen an die Schiene sehr innig und dauernd sein. Die Laschen werden sowohl an der Außen- als an der Innenseite der Schienenenden angelegt und mittelst Schraubenbolzen befestigt.

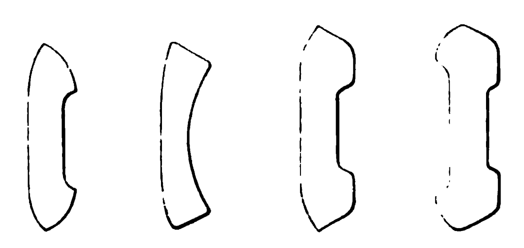



Verlaschung nach Hohenegger.

Ein Uebelstand der den Bolzen anhaftet ist der, daß die Schraubenmuttern in Folge der fortgesetzten Erschütterungen mit der Zeit locker werden, sonach einer unausgesetzten Controle bedürfen. Von den vielen Mitteln, welche zur Beseitigung dieses Uebelstandes theils in Vorschlag gebracht wurden, theils versuchsweise in Anwendung kamen, ist die Anordnung von zwei Muttern mit gleichen oder entgegengesetzten Gewinden und die von Hohenegger herrührende Construction hervor-

zuheben. Bei letzterer wird zwischen der einen Lasche und der Schraubenmutter ein etwa dritthalb Millimeter dickes Metallplättchen von viereckiger Grundfläche eingeschoben, das seitlich mit einem Einschnitte versehen ist. Dadurch läßt sich ein Theil des seitlichen Randes des Plättchens mittelst eines Meißels oder dergleichen aufheben und legt sich dieser Aufbug derart an die Mutter, daß diese nicht losgehen kann, es wäre denn, sie übertrüge die Bewegung auf das Plättchen. Das ist aber deshalb ausgeschlossen, weil die hintere Kante des letzteren auf dem Schienenfuß aufliegt, eine drehende Bewegung also nicht annehmen kann.

Was den Querschnitt der Laschen, beziehungsweise die Form der Flächen derselben, soweit sie mit den Schienen in Contact kommen, anbelangt, kommt diesem Detail eine größere Bedeutung zu, als dem Uneingeweihten plausibel erscheint. Ursprünglich gab man den beiden Berührungsflächen oben und unten eine convexe Form, kam aber bald davon ab und ließ an ihre Stelle ebene Flächen treten. Ferner erhielten die Laschen durch eine stärkere Dimensionirung der aufliegenden Theile und Geradführung des Mitteltheiles eine zweckentsprechende Versteifung. Die Laschen erhalten vier Löcher, welche mit den Löcherpaaren der beiden Schienenenden correspondiren. Um zu verhüten, das beim Festnehmen der Muttern die Bolzen sich mitdrehen, erhalten die Löcher hinter dem Kopfe einen quadratischen, ovalen oder in anderer Weise geformten Querschnitt, mit welchen sie in den entsprechenden



Querschnitt der Laschen.

Vertiefungen in der Lasche sitzen, oder man läßt die quadratischen Köpfe der Bolzen zwischen zwei Längsstreifen der einen Lasche greifen, wodurch gleichfalls das Drehen verhindert wird. In Berücksichtigung der Ausdehnung der Schienen nach ihrer Längenachse erhalten die Löcher in den Schienenenden entweder einen größeren Durchmesser, oder man giebt ihnen eine ovallängliche Form, wodurch der erwünschte Spielraum erzielt wird.

Wir haben bisher nur im Allgemeinen über die Stoßverbindungen gesprochen, ohne Rücksicht auf die Lage des Stoßes selbst in der Bettung. Dieselbe ist von größter principieller Wichtigkeit und bildete durch lange Zeit den Gegenstand eingehender Controversen. Man unterscheidet nämlich den »ruhenden Stoß« und den »freiliegenden (schwebenden) Stoß«; im ersteren Falle kommen die beiden Schienenenden auf eine Unterlage zu ruhen, an der sie in herkömmlicher, aber sorgfältigerer Weise befestigt werden, während im zweiten Falle die Unterlage entfällt, indem die unmittelbar einander benachbarten Schwellen, welche zu diesem Ende auf die Hälfte der normalen Entfernung (von Schwelle zu Schwelle) herangerückt werden, die Unterstützung übernehmen.

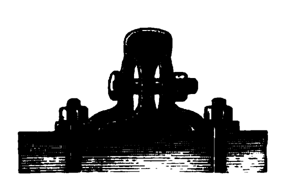
Auf den ersten Blick erscheint der ruhende Stoß, bei welchem neben der Laschenverbindung auch die Befestigungstheile zwischen Schienen und Schwelle zur Vergrößerung des innigen Anschlusses der beiden Schienenenden beitragen, als die einzig rationelle Stoßverbindung. Es hat sich aber ergeben, daß der schwebende Stoß erheblich niedrigere Unterhaltungskosten verursachte, und daß die von gegnerischer Seite vorgebrachten Befürchtungen, es könnten bei Anwendung schwebender Stöße in starken Gefällsstrecken Laschenbrüche eintreten, nach dem Stande der praktischen Erfahrung nicht eintraten. Interessant ist, daß die erste Anwendung des schwebenden Stoßes nicht das Ergebniß einer sachgemäßen Erwägung war, sondern sich ganz zufällig ergab. Als nämlich in England die Verlaschung der Stuhlschienen in Aufnahme kam und der beiderseits mit Laschen gedeckte Stoß nun keinen Platz in den Stühlen fand, stand man vor der Wahl, entweder größere Stühle für die Stoßschwellen einzuführen, oder die Stöße überhaupt nicht zu unterstützen. Man entschloß sich für den letzteren Ausweg und die damit gemachten Erfahrungen waren durchaus befriedigende.

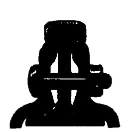
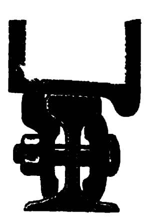
Die gewöhnliche Anordnung der Unterlagen am schwebenden Stoß ist, wie erwähnt, die, daß man die Schwellen auf das halbe Maß der normalen Entfernung der Zwischenschwellen aneinanderrückt. Es wurde aber auch der Vorschlag gemacht, sogenannte »excentrische« Stöße auszuführen, indem empfohlen wurde, die Fuge nicht in der Mitte zwischen beiden Schwellen zu verlegen, sondern sie um ein bestimmtes Maß seitlich zu schieben, und zwar gegen diejenige Schwelle, welche dem anfahrenden Zuge zunächst gelegen ist. Diese Anordnung paßt selbstverständlich nur für solche Bahnen, deren Geleise immer nur nach einer Richtung befahren werden, also ausschließlich für zweigeleisige. Mit der vorstehenden Anordnung erwartete man den Aufschlag der Räder beim Uebergange über die Fuge noch weiter zu mildern, wenn sich das kürzere Ende unter der Last eines Rades nicht stärker durchbiege als das längere, erst durch Vermittlung der Laschen gebogene. Der Vorschlag hat keine praktische Verwerthung gefunden. Ebensowenig konnte man sich mit den sogenannten verwechselten Stößen (Stößen im Verband) befreunden, bei welchen die Stöße entweder um eine Schwellenentfernung oder um halbe Schienenlänge gegeneinander versetzt sind, im Gegensatze zu der normalen Anordnung, bei welcher die Fugen einander gegenüberliegen.

Bei dem fortgesetzten Bestreben, die Verlaschungen zu verbessern, ergaben sich im Laufe der Zeit mancherlei Constructionen, die der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden sollen. Der Engländer Dering schlug sogenannte »Federlaschen« vor, elastische Stahlbleche, welche den Kopf der Stuhlschiene oder den Fuß der Vignolesschiene, sowie den Steg derselben mit dichtem Anschlusse umfassen und vermöge ihrer Elasticität sich fest an dieselben anlegen. Heusinger v. Waldegg empfahl Nieten aus weichem Eisen an Stelle der Bolzen. Eine ältere Anordnung besteht darin, daß statt vier nur drei Bolzen in Anwendung kamen, zwei seitliche und ein mittlerer, welcher genau durch die Stoßfuge hindurchging. Andere

Formen der Stoßverbindungen sind die Winkellaschen, deren Anordnung aus den beigegebenen Figuren zu ersehen ist. Man gab den Laschen entweder eine den Schienenfuß übergreifende Form, wobei der rechtwinkelig abgebogene Theil entweder mittelst Bolzen mit der Schwelle verschraubt wurde oder nicht, oder man verlängerte die äußere Lasche bis zur Höhe der Lauffläche des Schienenkopfes, wodurch die Räder eine breitere Unterstützung erhielten, u. dgl. m.

Wenn wir Alles das, was wir in knapper Form über die Organe eines Geleises vorgebracht haben, noch einmal überblicken, wenn wir ferner die Wirksamkeit dieser Organe gegenüber den mechanischen Angriffen, denen sie ausgesetzt sind, in Betracht ziehen, wird vielleicht mancher Leser von der verhältnißmäßig großen Subtilität überrascht sein, welche einer Construction zukommt, bei der man sie, obenhin betrachtet, schwerlich voraussetzen würde. Die Geleisanlagen sind derjenige Theil der Eisenbahnen, welche vermöge ihrer Natur in technisch-wissenschaftlicher Beziehung eine ausschließlich nur auf Erfahrungssätzen begründete Vervollkommnung erhalten konnten, entgegen anderen Materien des Eisenbahnwesens,



Verschiedene Methoden der Laschenverbindung.

welche, wie der Maschinenbau, der Tunnel- und Brückenbau, ihre Entwickelungsstadien parallel mit den allgemeinen Fortschritten der Technik durchmachten.

Um die Menge der bei der soliden Herstellung eines Geleises in Frage kommenden Factoren klarzulegen, bedürfte es nur des Hinweises auf die diesbezügliche, ungemein reichhaltige einschlägige Literatur, unter welcher es Werke giebt, die auf streng wissenschaftlicher Grundlage fußen. Ein Buch, wie beispielsweise dasjenige des Freiherrn M. M. von Weber, welches von »der Stabilität des Gefüges der Eisenbahngeleise« handelt, wird selbst ein nicht fachmännisch, aber mit den Gesetzen der Mechanik vertrauter Leser mit großem Vortheile durcharbeiten. Hierbei bewährt sich v. Weber's stylgewandte Feder, die selbst einem so spröden Stoff, gleich dem, um welchen es sich hier handelt, eine lebensvolle Anschaulichkeit aufzudrücken versteht. Die wörtliche Wiedergabe seines zusammenfassenden Urtheils über die Bedeutung der bei einem Geleise in Betracht kommenden Kräfte und Wirkungen wird dies bezeugen. »Lassen wir den Blick,« sagt v. Weber, »von der historischen Ermittlung auf die experimentative hinübergleiten, so tritt uns eine auffallende Thatsache entgegen, deren Wunderbarkeit fast nur noch dadurch übertroffen wird, daß sie so wenig gekannt und noch weniger sorgsam beachtet worden ist:

Daß schon seit mehr als einem Menschenalter die Transportmassen der Eisenbahnen, alle die kraftvollen und schnellen Maschinen, die zahllosen Fuhrwerke auf Wegen hinrollen, deren Geschmeidigkeit so groß ist, daß jedes Rad eine Welle in dieselben eindrückt, daß sie jede Schwankung der Fuhrwerke in der Horizontalen verschiebt und deren ganzer Zusammenhalt, insoweit er von der Widerstandsfähigkeit ihrer mechanischen Organe abhängt, im Verhältnisse zu den Einwirkungen, welche die Fuhrwerke darauf äußern, ein so unzureichender ist, daß fast jede jener Einwirkungen ihn bis an die Grenzen höchster Gefahr anstrengen, ja zerstören müßte, wenn nicht jedes Fahrzeug in seiner und der Last, die es trägt, erst das kräftigste Agens für den Zusammenhalt unserer Geleise, die Reibung mit sich brächte, überall so ein Unzulängliches antreffend und ein Unzulängliches hinter sich lassend.«

Anknüpfend an die vorausgegangenen Mittheilungen, ergänzen wir dieselben durch etliche Bemerkungen über den Oberbau der amerikanischen Eisenbahnen, bei welchem vielfach abweichende Anordnungen sich geltend machen. Was zunächst die Schienen anbelangt, sind sie durchwegs Vignolesschienen, doch zeigen die Bahnen wenig Uebereinstimmung in den Profilen, Dimensionen und dem Gewichte pro Längeneinheit. Sehr groß ist der Aufwand von Schwellen, was theils durch den großen Holzreichthum des Landes ermöglicht wird, theils ein Gebot der Nothwendigkeit ist, da die dichtere Lage der Schwellen bis zu einem gewissen Grade die Gebrechen eines nicht immer tadellosen Unterbaues paralysirt. In den Geleisen der meisten nordamerikanischen Eisenbahnen liegen die Schwellen so dicht, daß ihre Entfernung von einander (von Mitte zu Mitte) fast immer kaum 0·6 Meter beträgt. Ja auf einzelnen Bahnen pflegt man die Schwellen nur so weit von einander zu legen, daß die Breite des Zwischenraumes nahezu der Breite der Schwelle gleich ist.

Die Länge der Schienen ist in der Regel 30 englische Fuß, somit circa 9·15 Meter. Das Material war bis vor dem Aufschwunge der Bessemerstahlindustrie stets Eisen, doch trat der Bessemerstahl, welcher nicht nennenswerth theurer ist, schon vor anderthalb Jahrzehnten in den Vordergrund. Interessant ist eine Mittheilung, welche der Ingenieur E. Pontzen macht. Darnach mußten die Eisenschienen einer Bahn nach circa einem Jahre, innerhalb welcher Zeit 2,263.675 Tons über dieselbe geführt worden waren, beseitigt werden. Ueber die nachher eingelegten Stahlschienen sind in den ersten neun Jahren circa 24,300.000 Tons geführt worden, ohne daß die ersteren nennenswerth gelitten hätten.

Bezüglich der Verbindung der Schienen untereinander kommen alle erdenklichen Anordnungen, von der primitivsten bis zur beststudirten vor. Vielfach behilft man sich ohne Kuppelung und legt eine Platte unter den Stoß. Fehlt auch diese Platte, so sind die Nägel, welche am Ende jeder Schiene in die Stoßschwelle getrieben sind, die einzige Gewähr dafür, daß die aufeinanderfolgenden Schienen

ihre gegenseitige Lage beibehalten. Indes ziehen die meisten Bahnen den schwebenden Stoß vor und erfolgt diesfalls die Kuppelung mittelst Winkellaschen, durch deren horizontale Flanschen die Nägel eingreifen und auf diese Weise der Verschiebung vorbeugen. In früherer Zeit verwendete man häufig hölzerne Kuppelungsstäbe, welche über die Querschwellen reichten und 1·50 Meter lang, 0·15 Meter breit und 0·08 Meter hoch waren. Diese aus Eichenholz hergestellten Kuppelungsstäbe waren durch vier Schrauben mit den Schienen, deren Stoß von einer Schwelle unterstützt war, verbunden. Den außen angebrachten Stäben gegenüber wurden an der inneren Seite eiserne Laschen mittelst der zwei den Schienenenden zunächst stehenden Schrauben befestigt. Die Vorkehrungen zur Verhinderung des Loswerdens der Schraubenmuttern sind sehr zahlreich und sind dieselben mehr oder weniger den auf europäischen Bahnen zu gleichem Zwecke angewandten Mitteln ähnlich.

Außer den Stoßverbindungen, welche durch hochkantige, an den Schienenkopf und Schienenfuß anschließende Laschen erzielt werden, giebt es auch Verbindungen,



Befestigung der Schienen auf nordamerikanischen Bahnen.

welche nur an den Schienenfuß anschließen. Bei unterstützten Schienen begnügt man sich fallweise damit, die Unterlagsplatten beiderseits mit zwei Einschnitten zu versehen und von den dadurch gegebenen drei Lappen auf jeder Seite die mittlere derart aufzubiegen, daß sie sich an die Unterseite des Schienenkopfes stützt. Die vier übrig bleibenden Lappen werden in gewöhnlicher Weise mittelst Hakennägeln an der Schwelle oder zwei einander benachbarten Schwellen befestigt. In diesem Falle erhalten die Flanschen eine Länge von 0·6 Meter. Die Schrauben, welche den Schienenfuß zwischen der Sohlplatte und den Uebergreifungsplatten festklemmen, haben immer zwei und zwei einen gemeinschaftlichen Schaft, welcher, gabelförmig abgebogen, quer unter dem Schienenfuße liegt.

Die Stöße der beiden Gestänge liegen nicht in derselben Querachse des Geleises wie bei uns, sondern sind derart gegeneinander versetzt, daß die Stöße des einen Gestänges gegenüber der Mitte der Schienen des anderen Gestänges zu liegen kommen. Eine eigenthümliche Vorschrift, welche J. Brosius mittheilt, besteht auf der Pennsylvaniabahn. Sie lautet, daß die Köpfe der Schwellen bei einem Doppelgeleise an den Außenseiten, bei einem einfachen Geleise aber nur diejenigen

in der Richtung nach Norden oder Westen rechter Hand gelegenen, mit dem Gestänge parallel ausgerichtet sein müssen.

Auf den amerikanischen Bahnen werden die Schwellen nicht gekappt. Mit der Imprägnirung der Schwellen hat man sich bis zur Zeit nicht befreunden können, da der Holzreichthum des Landes einen größeren Aufwand gestattet. Da aber einerseits die dichte Lage der Schwellen, anderseits die höheren Arbeitslöhne das Auswechseln der Schwellen sehr vertheuern und überdies Klagen über die zunehmende Devastirung der Wälder laut werden, wird die Zweckmäßigkeit der Imprägnirung früher oder später zur Geltung kommen, wenn nicht die allgemeine Einführung des eisernen Oberbaues diese Vorsorge gegenstandslos machen würde.

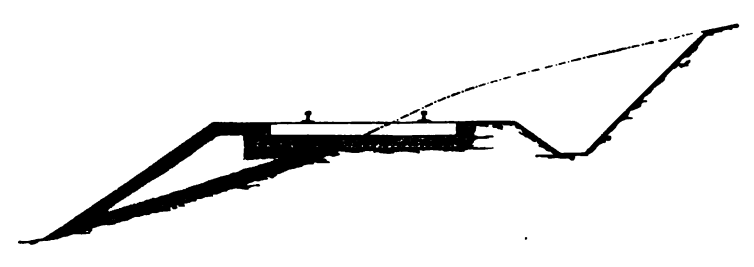
2. Anlage der Geleise.

Die Schienenunterlagen werden nicht unmittelbar auf den Bahnkörper gelegt, sondern in eine Anschüttungsmasse, welche man die Bettung nennt. Sie ist deshalb erforderlich, weil der durch den Unterbau gewonnene Erdkörper in den seltensten Fällen die Eignung besitzt, den Schwellen ein sicheres Auflager darzubieten; sie würden unter dem Gewichte der auf den Schienen fortbewegten Lasten sehr bald, und zwar nicht allerorten im gleichen Maße, in den Bahnkörper eingedrückt werden und dadurch Lagenveränderungen des Schienengefüges hervorrufen. Aber selbst vorausgesetzt, daß es möglich wäre, ohne alle weiteren Maßnahmen durch unmittelbares Auflegen der Unterlagen auf die Dammkrone oder die Einschnittsohle eine günstige Druckvertheilung und dadurch die Standfestigkeit der Schienenstränge zu erzielen, wäre noch immer ein schwerwiegender Uebelstand zu bekämpfen. Durch das Einbetten der Unterlagen in die Anschüttungsmasse oder in den gewachsenen Boden würden nämlich die ersteren entweder in ein sehr wenig oder gar nicht durchlässiges Material zu liegen kommen und dadurch rasch dem Verderben (der Fäulniß) ausgesetzt werden. Auf felsigem Boden aber ergäbe sich der Uebelstand, daß durch den Mangel eines elastischen Unterlagsmaterials die durch die Labilität der Constructionstheile gegebene Beweglichkeit ihre Wirksamkeit einbüßte, ganz abgesehen davon, daß dem Geleise durch den Mangel einer zweckmäßigen Lagerfläche nur ein sehr geringer Grad der Standfestigkeit in Bezug auf die seitlichen Druckwirkungen zukäme.

Aus all diesen Gründen bildet der Bettungskörper einen nothwendigen Bestandtheil einer Bahnanlage. Er soll aus einem möglichst wasserdurchlässigen Materiale von großem Reibungswiderstande bestehen, um einerseits die Unterlagen

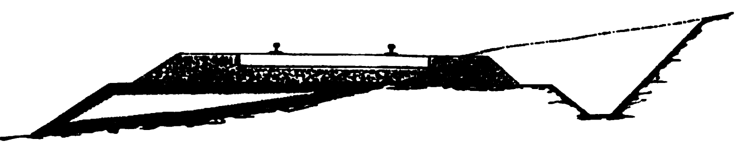
vor Nässe und deren schädlichen Folgen zu bewahren, anderseits ihr Beharrungs-vermögen und damit zugleich die Stabilität des Geleises zu erhöhen. Das beste Bettungsmaterial ist Steinschlag, demnächst grober Flußkies, wogegen Grubenkies wegen der ihm anhaftenden erdigen Bestandtheile minderwerthig ist.

Bezüglich der Art, wie die Bettung angeordnet wird, unterscheidet man zwei Formen. Bei der einen, der sogenannten amerikanischen Bettung (»Kofferbettung«), wird auf der Dammkrone, beziehungsweise auf der Einschnitts-sohle ein zur Aufnahme des Bettungskörpers erforderlicher Raum (Koffer) aus-gespart, dessen Tiefe der Dicke der Bettung entspricht und dessen Breite um ein



Amerikanische Bettung.

geringes Maß über die Schwellenlänge genommen wird. Diese Methode hat den Nachtheil, daß sie einem der Haupterfordernisse, welche man an eine zweckmäßige Bettung zu stellen hat, nämlich der Wasserdurchlässigkeit, in mangelhafter Weise gerecht wird. Das Niederschlagswasser, das in den Bettungskörper eindringt, vermag



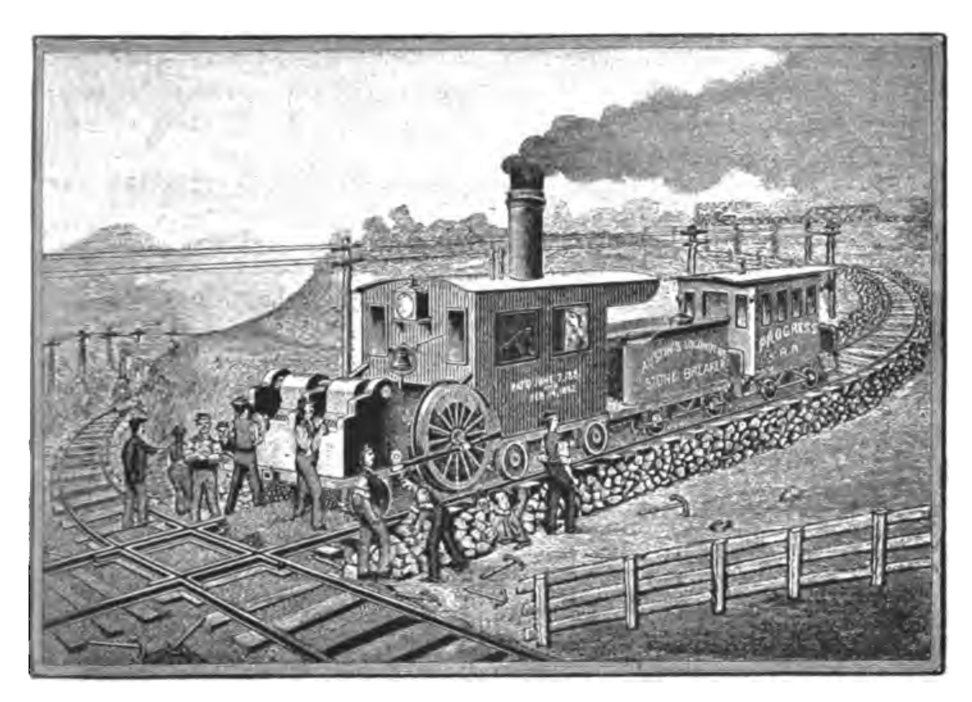
Englische Bettung.

nämlich seitlich nicht zu entweichen, wodurch eigene Entwässerungsanlagen — nach beiden Seiten in der Bahnachse etwas geneigt verlaufende Längsdohlen — nothwendig werden. Da nun die Neigung der Längsdohlen nicht ausgiebig genug hergestellt werden kann, mäßige Neigungen aber durch das »Setzen« der Lager-fläche des Oberbaues sehr bald ausgeglichen werden, verliert die Entwässerungs-anlage ihre Wirksamkeit.

Aus diesem Grunde kommt ganz allgemein eine andere Form der Bettung, die sogenannte englische Bettung in Anwendung. Bei dieser reicht der Unterbau der Dämme oder Einschnitte nur bis etwa 0·5 Meter unter die Schienenunterfläche, worauf dann der nach beiden Seiten hin vollkommen freiliegende Bettungskörper aufgeschichtet wird. Die Vortheile dieser Anordnung ergeben sich ohne weiteres aus

der Thatsache, daß das freiliegende Bettungsmaterial das Niederschlagswasser raich und vollständig abführt, indem es seitlich ausbricht, vorausgesetzt, daß der Zustand des Oberbaues ein Einsickern in demselben verhindern würde.

Bei nicht genügend consolidirtem Unterbau genügt die bloße Anschüttung des Bettungsmateriales nicht und muß in diesem Falle die Lagerfläche mit einer Steinpackung abgedeckt werden, um eine gleichmäßige Druckvertheilung zu erzielen. Tritt der vorerwähnte Uebelstand in mäßigem Grade auf, so genügt es, der Bettungsschichte eine größere Tiefe (Dicke) zu geben, was auch immer dann noth-



Herstellung des Bettungskörpers auf amerikanischen Eisenbahnen mittelst Steinbrechmaschine.

wendig ist, wenn das Bettungsmaterial sich als minderwerthig erweist, oder wenn der Bahnkörper an sich wenig wasserdurchlässig ist. In letzterem Falle kann es nämlich geschehen, daß durch Ansammlung des Niederschlags- und Grundwassers, welches bei Frostwetter gefriert, das Geleise gehoben wird, beziehungsweise beim Aufthauen einsinkt. Aus diesem Grunde muß die Bettung in Einschnitten mit größerer Sorgfalt hergestellt werden als auf Dämmen, bei welch' letzteren ohnedies durch die in der ersten Zeit des Betriebes eintretenden Setzungen ein fortgesetztes Nachschütten von Bettungsmaterial als nothwendig sich erweisen wird.

Da es nicht möglich ist, die obere Fläche des Bettungskörpers mathematisch genau flach herzustellen, oder ihr den für die betreffende Bahnstrecke festgesetzten Neigungswinkel zu geben, werden die Schwellen, nachdem die Gestänge auf ihnen

befestigt sind, »unterstopft«, wozu man sich eines Werkzeuges bedient, das einer gewöhnlichen Krampe gleichsieht, nur daß sie an Stelle der Schneide eine wulstförmige Verdickung hat. Das für die Unterkrampung nothwendige Material wird zwischen die Schwellen geschüttet und von hier von einigen Arbeitern in gleichmäßigen Schlägen unter die Schwellen getrieben, und zwar so lange, bis einerseits der erforderliche dichte Anschluß zwischen dem Bettungsmaterial und der Unterseite der Schwellen, anderseits die glatte Lage der Schienen erzielt ist. ... In Nordamerika bedient man sich neuerdings einer eigens für Bettungszwecke construirten Steinbrechmaschine, welche von einer Locomotive gezogen wird. Seitlich der Schienen aufgeschichtete Bruchsteine liefern das Material, das in die Maschine eingebracht, von dieser zerkleinert und ausgestoßen wird. Der übrige Vorgang ist aus der beigegebenen Abbildung zu ersehen.

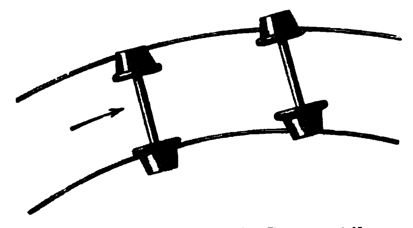
Wie wir erfahren haben, setzt sich die Oberbauconstruction aus der Bettung, den Unterlagen (Schwellen, Steinwürfeln) und den Schienen zusammen, wozu noch das zur Verbindung der letzteren untereinander und zu ihrer Befestigung auf den Unterlagen erforderliche Kleineisenzeug (Laschen, Unterlagsplatten, Schienennägel und Schraubenbolzen) hinzukommt. Die Herstellung des Oberbaues erfordert indes noch einige Maßnahmen, welche sich auf die Lage der Schienen gegeneinander beziehen. Da ist zunächst die Spurweite, worunter man die Entfernung zwischen den beiden Schienensträngen, senkrecht zwischen den Innenkanten derselben gemessen, versteht. Wie wir bereits an anderer Stelle hervorgehoben haben (S. 58), ist das Spurmaß kein durch sachliche Erwägungen zu Stande gekommenes, sondern lediglich ein zufälliges, indem bei Schaffung der ersten Locomotivbahn die bis dahin auf englischen Geleisstraßen für Landfuhrwerke angewendeten Abmessungen auf jene übertragen wurden.

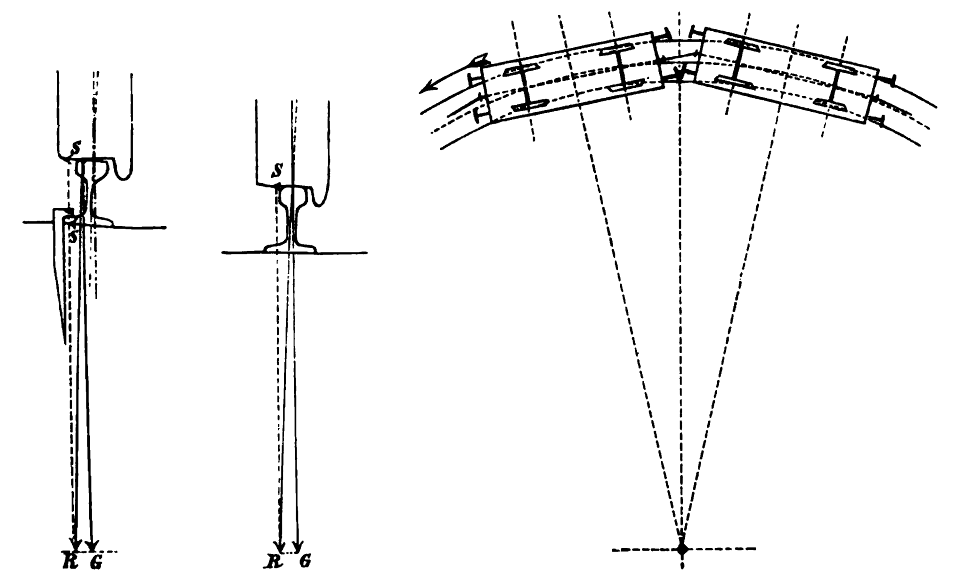
Diese von Stephenson eingeführte Abmessung, welche in der ersten Zeit der Eisenbahnen theils unverhältnißmäßig überschritten, theils kleiner angesetzt wurde, beträgt 1·435 Meter und ist mit geringen Ausnahmen auf allen Eisenbahnen der Erde unter der Bezeichnung »Normalspur« das herrschende geworden. Eine kleine Abweichung zeigen die französischen Bahnen, bei welchen der Abstand der Geleisstränge von Mitte zu Mitte der Schienenköpfe mit 1·5 Meter festgesetzt ist, woraus sich als eigentliches Spurmaß (zwischen den inneren Kanten der Schienenköpfe) 1·45 Meter ergiebt.

Die Spurweite einer Bahn ist kein constanter Factor. Abgesehen von den in Folge des Betriebes sich ergebenden Abweichungen, welche bis 3 Millimeter unter und 6 Millimeter über die Normalspur praktisch zulässig sind, bedingt die Lage der Geleise gegeneinander in nichtgeraden Strecken eine Spurerweiterung, deren Maß im Erfahrungswege gewonnen wurde. Mit anderen Worten: in Krümmungen muß die Spurweite nach Maßgabe des Halbmessers derselben und des Achsenstandes der Fahrzeuge, sowie mit Rücksicht auf die Form der Laufflächen der Räder und des Schienenkopfes vergrößert werden. Dadurch werden

die in den Curven sich geltendmachenden Bewegungshemmnisse, welche vornehmlich in der Reibung der Spurkränze an den Innenkanten der Schienen und in dem Umstande liegen, daß die Achsen der Fahrzeuge nicht mit den Krümmungshalbmessern zusammenfallen, etwas abgemindert.

Wie es sich damit verhält, erläutert die beigegebene stark verzerrte Zeichnung, welche die Stellung eines Eisenbahnwagens in einer starken Krümmung vergegenwärtigt. Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, daß die rückwärtige Achse mit dem Krümmungshalbmesser der Curve zusammenfällt (der technische Ausdruck hiefür lautet: sie ist »radial eingestellt«), während dies bei der vorderen Achse nicht der Fall ist und nicht sein kann, wenn die beiden Achsen mit dem Wagengestelle fest verbunden sind. Der Parallelismus der beiden Schienenstränge einer Geleiskrümmung bedingt ferner, daß die äußere Schiene um ein bestimmtes Maß länger ist als die


Stellung der Wagenachsen in Curvengeleisen.



Schienenneigung und Conicität der Räder.

Pufferstellung im Curvengeleise.

innere, der von den außenliegenden Rädern zurückzulegende Weg sonach etwas länger ausfällt, als der, welchen die innen liegenden Räder zu durchlaufen haben. Nun stehen aber die Schienen, wie wir bereits früher ausgeführt haben, etwas nach einwärts geneigt, und die Laufflächen der Räder sind konisch geformt — eine Anordnung, welche aus dem einfachen Grunde getroffen wird, weil eine lothrecht stehende Schiene eine cylindrische Lauffläche der Räder bedingen würde,

deren Spurkränze alsdann dicht an die Schienenkanten anschlössen, was nicht von Vortheil wäre. Durch die Schiefstellung der Schienen erreicht man einerseits, daß ein Theil des Horizontalschubes aufgehoben wird, anderseits, daß die Schienen den unvermeidlichen, durch die schlingernden Bewegungen der Fahrzeuge verursachten horizontalen Stößen besser widerstehen, indem die Resultante aus dem Schienendruck G und dem Horizontalschub S durch die Mittellinie der Schiene geht, während bei geneigten Schienen und cylindrischen Laufflächen dies nicht der Fall ist. (Siehe die umstehende Figur links unten.)

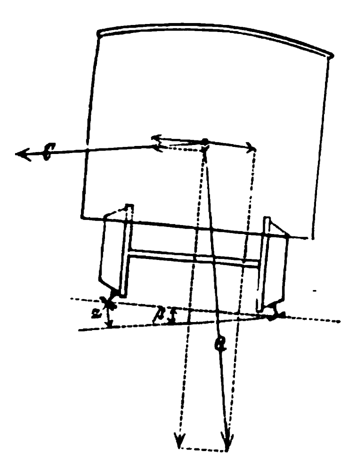
Betrachten wir nun die S. 187 gegebene bildliche Darstellung, so nehmen wir wahr, daß beim Befahren der Curven das vordere äußere Rad mit seinem Spurkranze hart an die Schienenkante sich anlegt, während das hintere innere Rad sich regelrecht anschmiegt. Dadurch entsteht aber für die rückwärtige Achse ein ganz verkehrtes Laufkreisverhältniß, indem auf dem äußeren — also längeren — Strange ein kleinerer Laufkreis zur Berührung gelangt als auf dem inneren kürzeren. In der That haben Wöhler und Scheffler bewiesen, daß die Conicität der Radreifen für die Befahrung der Curven keinen Nutzen gewährt, weil trotz derselben die hierbei auftretenden Kräfte die vorstehend auseinandergesetzte mißliche Sachlage hervorrufen müssen. Diese Kräfte werden, wie aus der dritten Figur zu ersehen ist, durch die Zug- und Stoßapparate verursacht, indem die Zugkraft nicht mit der Mittellinie des Geleises zusammenfällt, und von den Puffern nur die innen liegenden wirksam werden. Bei den sechsräderigen Fahrzeugen ist dieses Verhältniß ein ähnliches, indem (nach Scheffler) diejenige Stellung der sechsräderigen Fahrzeuge die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, bei welcher das äußere Vorderrad und das innere Mittelrad (also nicht das innere Hinterrad) zur Berührung mit seinem Schienenstrange kommt.

Das Maß der Spurerweiterung begründet sich, wie bereits erwähnt, auf Erfahrung, die nicht in allen Ländern ein gleiches Resultat ergeben hat. Für die meisten deutschen und österreichischen Bahnen ist Regel, bei Halbmessern von unter 1000 Metern bis zu solchen von 180 Metern eine successive wachsende Spurerweiterung platzgreifen zu lassen, wobei als Maximum 30 Millimeter zu gelten hat.

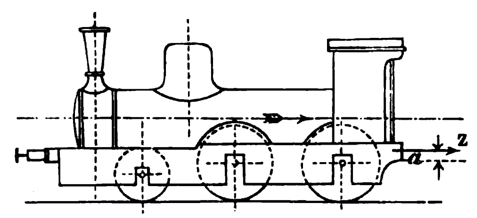
So wie die beiden Schienenstränge eines Geleises nicht immer gleich weit von einander entfernt sind, ebenso wechselt ihre Höhe zueinander, und zwar ist eine gleich hohe Lage der Schienenköpfe theoretisch nur in vollkommen geraden Strecken zulässig. In allen Krümmungen wird der äußere Strang je nach der Größe des Curvenhalbmessers um ein bestimmtes Maß überhöht. Diese Maßregel ist deshalb nothwendig, weil beim Durchfahren der Curven die äußeren Räder der Fahrzeuge in Folge ihres Druckes gegen die äußeren Schienen das Bestreben haben, an denselben aufzusteigen, wobei sie bei größerer Fahrgeschwindigkeit durch die Wirkung der Centrifugalkraft auf die Fahrzeuge ganz wesentlich unterstützt werden. Um nun diese Wirkung zu paralysiren, wird der äußere Schienenstrang

überhöht, in Folge dessen sich die Fahrzeuge schief nach innen neigen, und wobei die durch das Gewicht der letzteren wirksam gemachte Seitenkraft in hinreichendem Maße der Centrifugalkraft entgegentritt.

Die Wirkung der Centrifugalkraft äußert sich um so stärker, je kleiner der Krümmungshalbmesser und je größer die Geschwindigkeit ist, mit der die Fahrzeuge die Curvengeleise durchlaufen. Es leuchtet sonach ein, daß schnellfahrende Züge unter sonst gleichen Verhältnissen ein größeres Maß der Schienenüberhöhung erfordern als langsam fahrende. Daraus ergiebt sich ein gewisses Mißverhältniß, indem die größere Ueberhöhung, durch welche die Angriffe der äußeren Räder schnellfahrender Züge auf den äußeren Strang herabgemindert werden, bei langsam fahrenden Zügen zur Folge hat, daß vermöge des nach innen sich neigenden Gewichtes zahlreicher und schwerer Wagen der innere Strang übermäßig in Anspruch genommen wird. Man hat sonach die Wahl, entweder sich für ein Mittelmaß der Ueberhöhung zu entscheiden und die Fahrgeschwindigkeit schnellfahrender Züge in den Curven-



Stellung der Fahrzeuge im Curvengeleise.

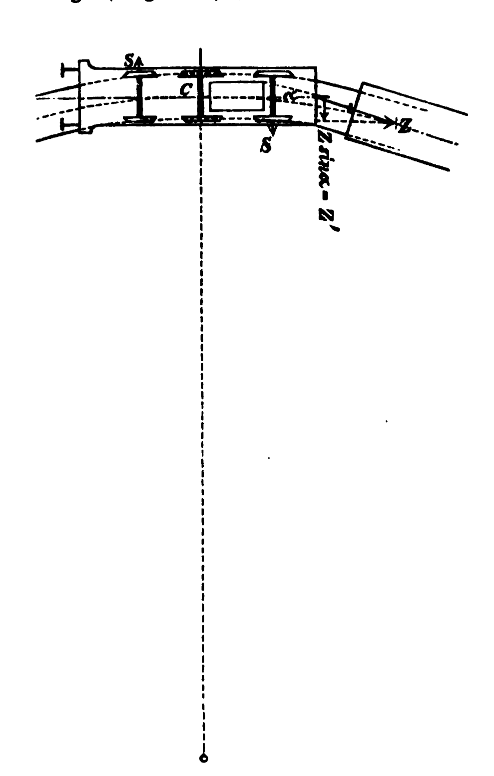


Wirkung der Zugkraft.

strecken entsprechend abzumindern, oder die größere Ueberhöhung beizubehalten. In letzterem Falle kann es wohl geschehen, daß sehr lange und schwere Güterzüge gelegentlich einmal in einer Curvenstrecke stecken bleiben, wogegen die Herabminderung der Schienenüberhöhung eine beständige Entgleisungsgefahr in sich schließt.

Dazu kommt noch ein anderer Umstand, der einerseits mit der Construction der Locomotiven, anderseits mit den Wirkungen der Zugkraft zusammenhängt. Dieselbe greift, wie die vorstehende Figur (rechts) darlegt, über der Mittellinie der Achsen an und erzeugt ein Drehmoment (Z a), welches die Hinterachse stärker belastet, die Vorderachse dagegen entlastet. Zu dieser Kraft tritt noch das Bestreben des in den Federn hängenden Theiles der Locomotive, sich in die Richtung der Fahrt zurückzubiegen (in der Figur durch einen Pfeil angedeutet), so daß bei großer Fahrgeschwindigkeit die Vorderachse ganz wesentlich entlastet wird, was bei der Locomotivconstruction durch eine entsprechende Lastvertheilung Berücksichtigung findet. In den Curvenstrecken bildet nun die Zugkraft (Z) einen Winkel mit der Mittellinie der Locomotive und bewirkt die Componente (Z′) der Zugkraft eine Drehung der Loco-

motive um den in der Mittelachse gedachten Schwerpunkt (C), wodurch die Tendenz zur Entgleisung angebahnt wird. Fährt nun ein Zug — und dies ist das Moment, auf welches wir hinweisen wollten — mit geringer Fahrgeschwindigkeit in die Curve, so findet eine plötzliche und bedeutende Steigerung des Bewegungswiderstandes statt, damit gleichzeitig eine solche der Zugkraft, beziehungsweise der Componente, d. h. die Entgleisungsgefahr wächst mit dem plötzlich und stark vermehrten Entgleisungs-Adhäsionsdruck. Daraus erklärt sich, weshalb beim langsamen Durchfahren der Curvenstrecken leichter Entgleisungen stattfinden, als beim schnellen Durchfahren. Die Praxis nützt diesen Erfahrungssatz insoferne aus, daß sie dem Zuge vor der Curveneinfahrt eine große lebendige Kraft ertheilt und durch diese den durch die Curven erhöhten Widerstand ohne Vergrößerung der Zugkraft überwindet. (Siehe nebenstehende Figur.)



Wirkung der Zugkraft im Curvengeleise.

Da aus dem Vorstehenden sich ergiebt, daß das schnelle Fahren durch Curven minder gefährlich ist als das langsame Fahren, das erstere aber ein größeres Maß der Schienenüberhöhung bedingt, so wird man sich in dem Falle hiefür entscheiden, wenn auf demselben Geleise auch viele langsam fahrende und schwere Güterzüge verkehren. Im Uebrigen werden die herrschenden Verkehrsverhältnisse für die jeweils als zweckmäßig befundenen Dispositionen maßgebend sein.

Ein wichtiges Moment bildet der Uebergang einer Curve von bestimmtem Krümmungshalbmesser in eine andere, wobei letzterer sich ändert oder vollends in eine gerade Strecke übergeht. Es liegt auf der Hand, daß die Sicherheit des Betriebes es erfordert, daß dieser Uebergang nicht unvermittelt erfolge. Zu diesem Ende wird zwischen je zwei Curven von ungleichem Radius, beziehungsweise zwischen einer Curve und einer Geraden eine sogenannte Uebergangscurve, welche den allmählichen Ausgleich der hier in Betracht kommenden Ueberhöhungsmaße bewirkt, eingelegt. Dieselbe erhält die Form einer cubischen Parabel und gilt der Grundsatz, daß die Länge derselben mindestens das 200fache der Ueberhöhung zu betragen hat. Da beim Abstecken der Bahnachse nur Kreisbögen und gerade Linien berücksichtigt werden, erfordert die Ausführung des Geleises eine theilweise Verlegung

der Bahnachse in Folge der einzulegenden parabolischen Uebergangscurven. Indes ist das Maß dieser Verlegung so gering, daß der fertiggestellte Unterbau dadurch nicht berührt wird.

---

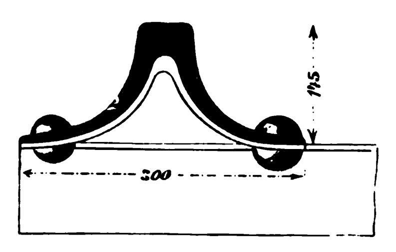
3. Der eiserne Oberbau.

Aus den vorangegangenen Ausführungen haben wir entnommen, daß die Bestrebungen zur Erzielung eines den Betriebsansprüchen entsprechenden Oberbaues durch verhältnißmäßig bescheidene Mittel unterstützt werden. Die erreichten Verbesserungen, welche zur Zeit allerdings den billigerweise an die älteren Oberbausysteme zu stellenden Anforderungen Genüge leisten, haben aber ihre Grenze erreicht, so daß auf eine weitere Ausgestaltung der Constructionen mit Beibehaltung der Holzschwellen nicht mehr zu denken ist. Aus Erwägungen dieser Art hat sich denn auch schon vor längerer Zeit die Nothwendigkeit ergeben, versuchsweise von der bestehenden Oberbauform mit Holzschwellen zum Oberbau in Eisen überzugehen und scheinen der allgemeinen Einführung desselben neben den schwankenden Ansichten rücksichtlich des Werthes der einzelnen Systeme vornehmlich örtliche Verhältnisse entgegenzustehen. Denn überall dort, wo der Holzreichthum nach wie vor die Beibehaltung der älteren Construction gestattet, wird man sich von ihr nicht so leicht trennen, da sie bei annähernd gleicher Leistungsfähigkeit billiger zu stehen kommt als der Oberbau in Eisen. Dagegen wird man sich (und es ist dies auch thatsächlich geschehen) in allen Fällen, wo einerseits die hohen Holzpreise, anderseits die Nothwendigkeit, der darniederliegenden Eisenindustrie ein neues Arbeitsgebiet zu öffnen, entscheidend eingreifen, leichter den neuen Systemen zuwenden.

Conform dieses Sachverhaltes sehen wir denn auch in der That die ersten Versuche mit dem eisernen Oberbau in Ländern auftauchen, wo die zuletzt hervorgehobenen Erwägungen den Anstoß zu der hier in Frage kommenden Ausgestaltung der älteren Constructionsform gaben. Großbritannien und Norddeutschland, sowie andere Länder, in denen sich die Eisenindustrie auf einer hohen Stufe befindet, haben den Anfang gemacht, andere Länder sind tastend und zögernd nachgefolgt. Die eingehaltene Vorsicht war insoferne begründet, als mit einemmale zahlreiche Systeme auftauchten, die bald wieder von der Bildfläche verschwanden, um neuen Experimenten Platz zu machen. Je fruchtbarer aber der Erfindungsgeist der Techniker sich erwies, desto skeptischer verhielten sich die meisten Bahnverwaltungen gegenüber den einander drängenden Neuerungen, welche ein Element der Unruhe in altbewährte Baunormen gebracht hatten.

Die Entwickelung des eisernen Oberbaues in allen seinen Stadien zu verfolgen ist unthunlich und zugleich dem Orientirungsbedürfnisse des Laien kaum zweckdienlich, da ihn die Fülle der rein technischen Details verwirren würde. Das principiell Wichtige läßt sich ohne Schwierigkeiten aus der Vielzahl der aufgestellten Systeme herausschälen, wobei wieder gewisse Constructionen typisch hervortreten, was die Uebersichtlichkeit ganz wesentlich erleichtert. Zunächst handelt es sich um zwei Hauptformen, conform den älteren Systemen, nämlich um den Langschwellenoberbau und den Querschwellenoberbau. Der erstere zerfällt wieder, je nach der Zahl der die Construction zusammensetzenden Theile, in den ein-, zwei- und dreitheiligen Oberbau.

Der Urtypus des eisernen Langschwellensystems ist die Woodhouse'sche Röhrenschiene, welche einen trapezförmigen Querschnitt mit muldenförmiger Vertiefung in der Lauffläche zur Aufnahme der Räder hatte. Diese Construction, bei welcher die Schienen in den Landstraßenkörper eingelegt wurden, fand bereits im

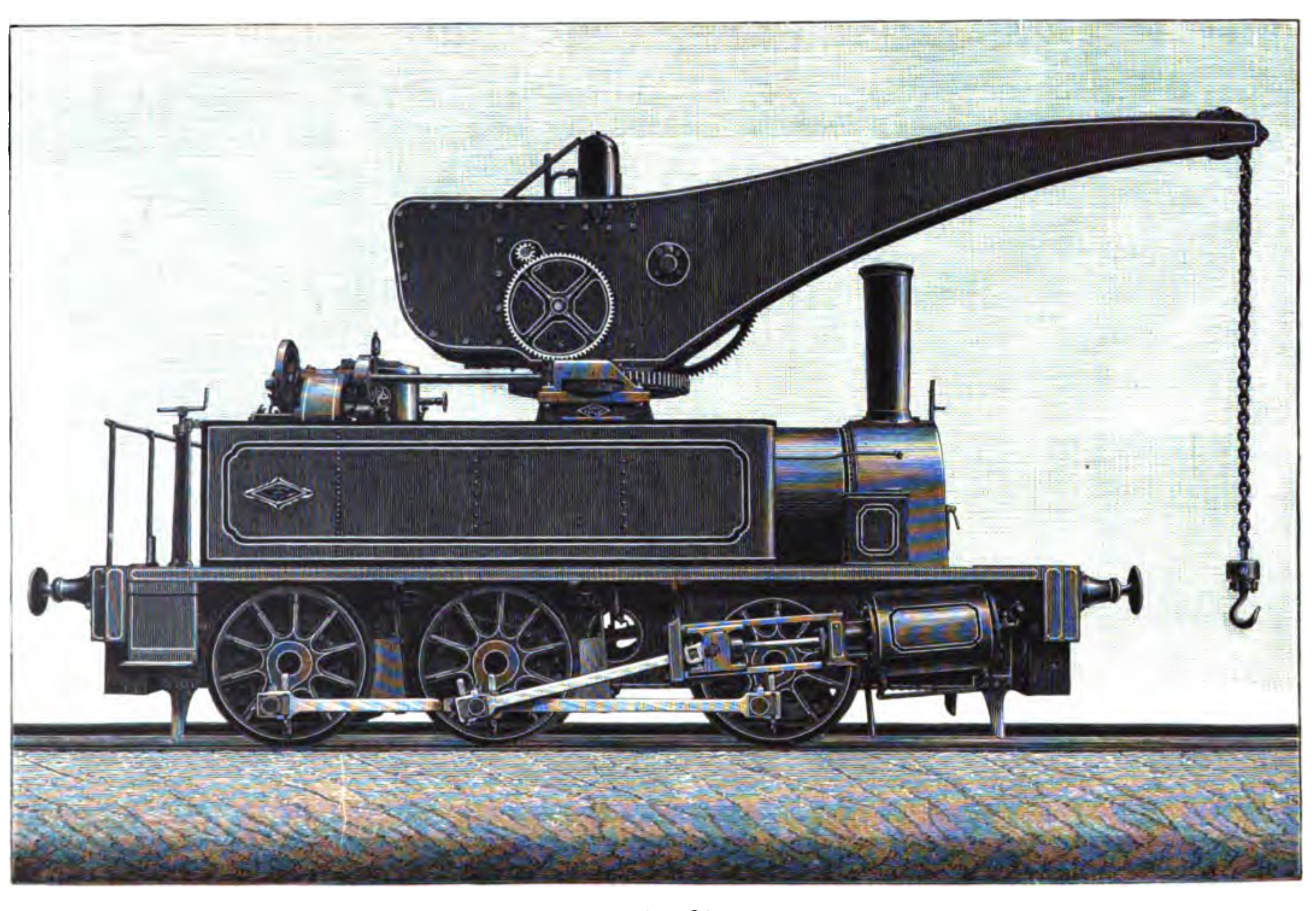


Barlow'sche Schiene.


Mac Donell'scher eiserner Oberbau.

Jahre 1805 Anwendung, jedoch nur für Landfuhrwerke. Erst fünfthalb Jahrzehnte später, also genau zwanzig Jahre nach Eröffnung der ersten Locomotivbahn, griff Barlow die Idee wieder auf und construirte die nach ihm benannte sattelförmige Schiene, welche nebenstehend abgebildet ist. Sie fand in England sofort ausgedehnte Anwendung, und erhielt bald hierauf eine Verbesserung, indem man auf die Brückenschiene (vgl. S. 158) zurückgriff, sie jedoch etwas schmäler im Querprofil construirte. Als Unterlage benützte man eine flache, in der Längsmitte mit einer Rippe versehene eiserne Langschwelle. Zwischen ihr und den nach auswärts gerichteten Flanschen der Schiene wurden, um eine größere Elasticität der Fahrbahn zu erzielen, durchlaufende Holzunterlagen eingeschaltet.

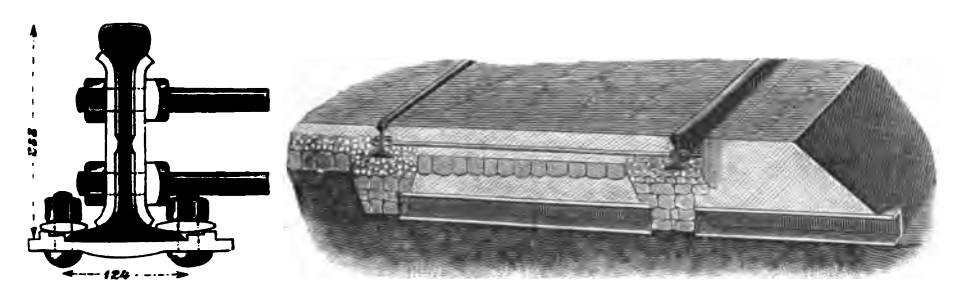
Die Vortheile dieses Systems liegen sowohl in der Längsrippe, welche die seitliche Verschiebung der Schiene verhütet, als in der breiten Auflagefläche der Unterlage, was jedenfalls zur Erhöhung der Reibung von Eisen auf Kies beiträgt. Dagegen ist die Verquickung von Holz und Eisen minder rationell; die verhältnißmäßig schwach dimensionirten Unterlagshölzer sind wegen der Unnachgiebigkeit der darunter liegenden eisernen Langschwellen sehr dem Zerdrücken ausgesetzt. Außerdem erfordert das flache Auflager der Langschwelle sorgfältige Unterstopfungen,



Locomotive mit Krahn (Dienstgewicht 32 Tons).
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Dubs & Co. in Glasgow.)

um Unebenheiten der Lauffläche in der Lothrechten, insbesondere aber Niveaudifferenzen an den Stößen zu verhindern. Das hier besprochene System wurde zuerst auf der Bahn Bristol-Exeter in England angewendet und hat sich seltsamerweise bis auf den Tag erhalten. Sein Urheber ist Mac Donell.

Im Jahre 1865 trat Baurath Hartwich mit einem eintheiligen eisernen Langschwellenoberbau hervor, bei welchem, wie schon die Bezeichnung andeutet, von einer Unterlage völlig abgesehen wurde. Zu diesem Ende wählte der Constructeur die breitbasige Schiene, gab ihr jedoch ungewöhnliche Abmessungen; ihre Höhe betrug 28·8 Centimeter, ihr Gewicht etwa um die Hälfte mehr als das bei den gewöhnlichen Vignolesschienen übliche. Abgesehen von der erhöhten Tragfähigkeit, welche dieser Schiene in Folge ihres außergewöhnlich hohen Steges zukam, konnte sie entsprechend tief in die Bettung eingelegt und durch querlaufende Stäbe, welche abwechselnd durch Löcher unter dem Schienenkopfe, beziehungsweise oberhalb des Schienenfußes eingriffen, genügend versteift werden. Späterhin erwies sich



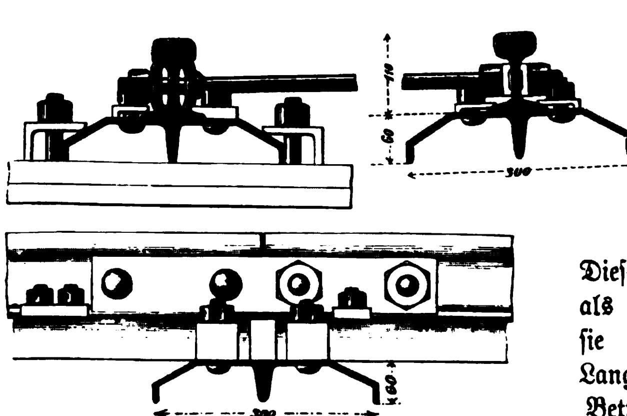
Hartwich's eiserner Oberbau.

die große Höhe des Steges als nicht absolut nothwendig und man reducirte sie auf 23·6 Centimeter. Die beigegebenen Abbildungen veranschaulichen schematisch und perspectivisch das Hartwich'sche System. Durch Steinsätze unterhalb des Schienenfußes und Herstellung von querlaufenden Abzugscanälen wurde sowohl eine größere Stabilität der Gestänge, als der Anforderung einer ausreichenden Entwässerung des Bettungskörpers Genüge geleistet.

Das Hartwich'sche System ist, wie man sieht, kein Langschwellenoberbau, da es eintheilig ist und der Unterlage überhaupt entbehrt. Ueber den Werth des Systems verlautete aus Fachkreisen anfänglich nur Günstiges; später wurden Bedenken wach, die sich vornehmlich gegen die unelastische Unterlage, welche ein hartes Fahren zur Folge hat, und gegen die übermäßige Materialverschwendung beim Auswechseln der Schienen richteten. Auch die Höhe der Unterhaltungskosten wurde beanständet. Zuletzt kam man zu der Erkenntniß, »daß das eintheilige System um so viel unvortheilhafter ist, je weniger die Schiene den Einwirkungen der Züge zu widerstehen vermag«. Der Grund der kurzen Dauer der Hartwich'schen Schienen lag in der schwierigen Schweißung derselben. Auch die Reibung war ungenügend und

die Folge hiervon die mangelnde Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Angriffe. Wo es sich um ein geringes Maß von Abnützung in Folge unbedeutender Belastung handelt, das harte Fahren nicht in Betracht kommt und die Berücksichtigung seitlicher Angriffe entfällt, hat sich das Hartwich'sche System übrigens ganz gut bewährt, so auf Pferdebahnen und Localbahnen mit bescheidenem Verkehr.

Ist der eintheilige eiserne Oberbau vereinzelt geblieben, so gilt dies nicht vom zweitheiligen, in welche Gruppe verschiedene, mehr oder weniger brauchbare Systeme fallen. Als erster Versuch dieser Art, der sich indes nur vereinzelt bewährt hat, ist der weiter oben beschriebene von Mac Donell. Dagegen hat das Hilf'sche System die weiteste Verbreitung gefunden, insbesondere auf den preußischen Staatsbahnen und auf den Nassauischen Bahnen. Seine Anordnung veranschaulichen die beigefügten Figuren. Die Langschwelle ist ein muldenförmiger polygonaler Körper, der mit seinen seitlichen Flügeln die compacte Unterstopfung des Bettungsmaterials umfaßt und in der Mitte durch eine kräftige Längsrippe versteift wird. Diese letztere hat sich indes nicht als zweckmäßig erwiesen, da sie den im Hohlraume der Langschwelle eingeschlossenen Bettungskörper theilt und in Folge dessen wenig widerstandsfähig macht.

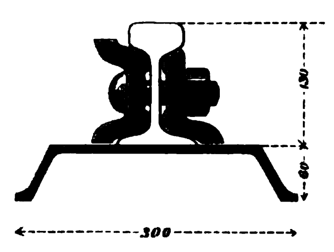


Eiserner Oberbau System Hilf.

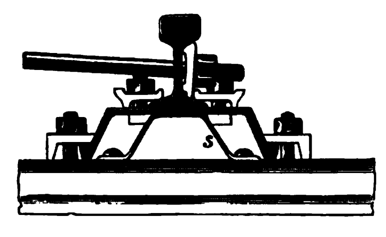
Die zwei aufeinander folgenden Langschwellen lassen zwischen sich einen Raum von 4 Centimeter frei, über welchen der Schienenstoß zu liegen kommt. Die Verbindung der Schienen untereinander ist die gewöhnliche mit Laschen, jene der Schienen mit den Schwellen erfolgt mittelst Schraubenbolzen und Deckplättchen. Zur Sicherung des Schienenstoßes ist unter den beiden Langschwellenenden eine eiserne Querschwelle von gleichem Profil eingefügt. Zur Versteifung der beiden Gestänge untereinander ist von Schienenmitte zu Schienenmitte eine Spurstange eingezogen. Rücksichtlich der Querschwelle hatten sich bald fachmännische Stimmen vernehmen lassen, welche die tiefe Lage derselben als unzweckmäßig erklärten und deren Nutzen als Stoßversicherung insoferne als minderwerthig bezeichneten, als durch die Verstärkung die Elasticität der betreffenden Stellen stark herabgemindert werde, im Gegensatze zu den übrigen Theilen des Gestänges.

Gleichwohl vereinigte das Hilf'sche Oberbausystem die Elemente einer überaus zweckmäßigen Geleisconstruction in sich, so daß es theils die Grundlage für eine

Reihe anderer, den gleichen Principien sich anlehnenden, aber ausgestalteten Formen bildete, theils zu ganz abweichenden Constructionen führte. In ersterer Beziehung ist einer Modification des Hilf'schen Oberbaues zu gedenken, welche aus der Erwägung entsprungen ist, daß die schwachen Stellen des Gestänges jene an den Stößen der Langschwellen und der Schienen (welche bei Hilf bekanntlich in dieselbe lothrechte Ebene fallen) seien, und die Beseitigung dieses Uebelstandes in der Verstärkung der Schienen und der zu ihrer Verbindung dienenden Laschen

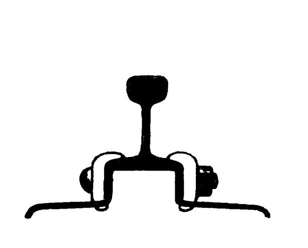


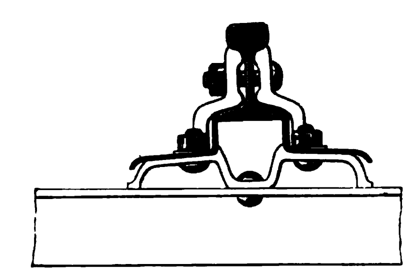
Modification des Hilf'schen Systems.



System Hohenegger.

angestrebt werden müsse. So entstand die hier abgebildete Anordnung: eine verhältnißmäßig schwach dimensionirte Langschwelle von trapezförmigem Querschnitt und Schienen von größeren Abmessungen, welche an den Stößen mittelst starken Winkellaschen miteinander verbunden sind. Die Schwellenstöße und die Schienenstöße fallen nicht in dieselbe lothrechte Ebene, sondern sind um ungefähr einen




System Haarmann.

halben Meter gegeneinander versetzt. Zur Versteifung des Gestänges sind an jedem Schienenpaar drei Spurstangen eingelegt.

Eine andere Anordnung zeigt das Hohenegger'sche System. Dasselbe lehnt sich im Großen und Ganzen an das Hilf'sche an, indem es die Unterstützung der Langschwellenstöße durch Querschwellen beibehält, dagegen die im Innern der Langschwelle angebrachte Mittelrippe, welche sich als nicht zweckmäßig erwiesen hat (siehe weiter oben), durch sattelförmige Deckplatten ersetzt. Dieselben dienen hauptsächlich zur Deckung des Stoßes. Die Schienen zeigen stärkere Abmessungen wie bei Hilf, ihre Verbindung an den Stößen (welche gegen die Schwellenenden

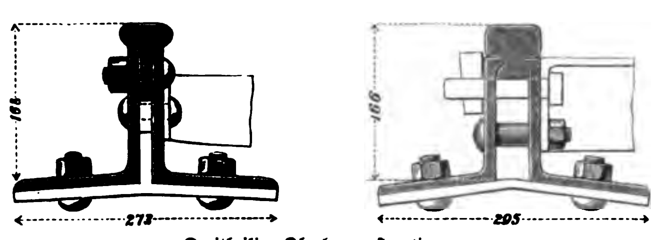
um ein kleines Maß versetzt sind) erfolgt mit Winkellaschen, die Befestigung der Schienen an den Schwellen in herkömmlicher Weise mittelst Schraubenbolzen. Zur Versteifung des Gestänges dienen zwei Spurstangen pro Schienenpaar.

Von den verschiedenen Modificationen der hier erläuterten eisernen Oberbautypen hat insbesondere die Haarmann'sche Construction allgemeine Anerkennung und unter Mitwirkung Schwedler's bereits im Jahre 1878 versuchsweise Anwendung gefunden. Die Elemente dieser Construction zeigen eine erheblich abweichende Gestalt von den bisher besprochenen Systemen. Da ist zunächst die rücksichtlich ihres Querschnittes an die Brückenschiene erinnernde Langschwelle mit breiten Seitenflügeln, welche eine gute Druckvertheilung ermöglichen und durch bedeutende Reibung dem Gestänge eine größere Widerstandsfähigkeit sichern. Auf der Oberfläche der Langschwelle sind seitlich Rippen angebracht, an welche sich der Schienenfuß mit seinen beiden Kanten stützt. Die Befestigung der Schiene auf der Schwelle geschieht durch federnde Klemmplatten, welche mittelst einer gemeinschaftlichen, durch den Sattel der Schwelle gehenden Schraube angezogen werden. Große Sorgfalt wird auf die Laschenverbindung und auf die Versteifung der beiden Gestänge untereinander verwendet. Die Art der Stoßverbindung ist aus der angefügten Zeichnung zu ersehen. An Stelle der Querschwellen treten sattelförmige Deckplatten, statt der Spurstangen kommen Winkeleisen, welche zugleich den Längsverschiebungen der Schienen genügenden Widerstand entgegensetzen.

Um den Gestängen eine größere Elasticität zu verleihen, hat man versuchsweise die Anordnung getroffen, den mittleren Theil der Langschwellenunterlage zu vertiefen und die Schienen nur auf vorstehenden Leisten mittelst des Fußendes aufruhen zu lassen. Nun war aber die elastische Durchbiegung so bedeutend, daß sie zu Brüchen des Schienenfußes führte. Daraufhin wurde diese Anordnung wieder verworfen.

Wir kommen nun auf den dreitheiligen Langschwellenoberbau zu sprechen. Seiner Complicirtheit wegen hat er sehr beschränkte Anwendung gefunden, obwohl einige Systeme sich durch Einfachheit der Gesammtanordnung auszeichnen. Der Erwägung gemäß, daß beim Auswechseln der Schienen möglichst wenig Material verloren gehen sollte, führte Scheffler auf die Idee, die Schiene ohne Fuß und mit möglichst kurzem Steg zu construiren und sie derart innerhalb zweier starker Winkel einzulegen, daß sich der Schienenkopf an seiner Unterseite an die oberen Kanten derselben stützte, während der Hals zwischen den senkrechten Flanschen der Winkel mittelst Schraubenbolzen, welche Hals und Flanschen durchdrangen, festgeklemmt wurde. Die nebenstehende Figur veranschaulicht die Anordnung aller drei Theile untereinander und die Art der Befestigung auf die unter den Stößen angebrachten Platten. Zur Erhaltung der Schienenstränge in der richtigen Lage wurden keine Spurstangen, sondern hochkant gestellte Flacheisen verwendet. Aenderungen im Detail erfuhr die Scheffler'sche Construction mehrfach. Ueberdies gab sie Anlaß zu Modificationen, von welchen diejenigen von Köstlin, Battig, Darlen und de Serres die bemerkenswerthesten sind.

Darlen gab den Winkelschenkeln rippenförmige Säume, welche sich in Nuthen des Schienenkopfes einlegten, wodurch der kurze Steg der Scheffler'schen Schiene in Wegfall kam. Bei dieser war es ein Uebelstand, daß die zur Aufnahme der Bolzen bestimmten Löcher im Schienenhalse diesen bedenklich schwächten. Bei Darlen durchbrechen die Bolzen nur die beiden Winkel und pressen die Längsrippen derselben in die Nuthen des Schienenkopfes, wodurch eine feste Verbindung erzielt wird. Die Bolzen sind Keile. Hochkant stehende Flacheisen versteifen die Gestänge untereinander. . . . Eine große Vereinfachung zeigt das System von Battig und Serres, welches in sinnreicher Weise sämmtliches Kleineisenzeug der Verbindungsmittel vermeidet. Die beiden Hälften der Langschwelle (oder »Unterschiene«) stützen sich in einen Einschnitt der durch die erstere hindurch gesteckten Querverbindung und werden durch die darüber rollende Last fest zusammengedrückt, so daß sie die Schiene unverrückbar eingeklemmt halten.

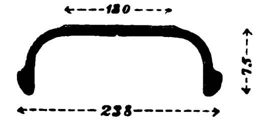


Dreitheilige Oberbauconstruction.



System Scheffler. System Darlen.





Eiserne Querschwellen.

Im Großen und Ganzen haben die hier in Kürze angeführten dreitheiligen Oberbausysteme im Bereiche deutscher Eisenbahnverwaltungen mehrfach Anwendung gefunden und ein befriedigendes Resultat ergeben, wobei das Für und Dagegen bei den einzelnen Constructionen sich so ziemlich die Wage halten. Am treuesten hat die Braunschweigische Staatsbahn — auf der zuerst über Scheffler's Vorschlag im Jahre 1864 der dreitheilige Oberbau zur versuchsweisen Anwendung kam — an dem von ihr adoptirten System festgehalten. Da der dreitheilige Oberbau hauptsächlich der Erwägung, beim Schienenwechsel Material zu ersparen, entsprungen ist, bei der heutigen ausgebreiteten Verwendung von Stahlschienen aber die hieran geknüpfte Voraussetzung der Schienenabnützung in den Hintergrund tritt, erklärt es sich, weshalb die hier berührten Systeme keine Verbreitung gefunden haben.

Ganz anders verhält es sich mit dem eisernen Querschwellenoberbau, der seiner Einfachheit wegen, und in Berücksichtigung der beim Holzschwellenoberbau üblichen Anordnung der einzelnen Theile sich umso rascher einbürgern konnte, als die hohle eiserne Querschwelle dem von ihr eingeschlossenen Bettungs-

material eine größere Reibung mit dem Kieskörper zu verleihen geeignet war als die Holzschwelle. Unter den mancherlei Querschnitten, welche die eisernen Hohlschwellen erhielten, sind zwei Formen typisch geworden: die nach Vautherin benannte Querschnittsform und die insbesondere auf den preußischen Staatsbahnen rasch in Aufnahme gekommene muldenförmig eingebogene Schwelle. Beide Typen sind nebenstehend veranschaulicht. Die letztere hat gegenüber der Vautherin'schen Schwelle den Vortheil eines größeren kubischen Inhaltes und sie vermag vermöge ihrer nach abwärts gerichteten Kanten besser in den Bettungskörper einzudringen, als es bei der Vautherin'schen Construction durch die beiderseitigen breiten Fußränder der Fall ist.

Einige Schwierigkeiten ergaben sich bei der Lösung der Frage, auf welche Weise die erforderliche Schiefstellung der Schienenstränge nach einwärts zu erzielen sei. Anfangs behalf man sich dadurch, daß man die Schwelle bogenförmig einbog, wodurch ihre Enden eine entsprechende Neigung nach einwärts erhielten. Vielfach begnügte man sich durch Aufbiegen der beiden Schwellenenden, machte aber hierbei die Erfahrung, daß in Folge der elastischen Durchbiegung, welche überdies das Bestreben der aufgebogenen Theile, in ihre ursprüngliche Lage zurückzugehen, förderte, Spurveränderungen entstanden. Die Anwendung von Schienen mit einwärts geneigten Köpfen hat keinen Anklang gefunden, weil in diesem Falle die Richtung des senkrecht auf die Lauffläche des Schienenkopfes erfolgenden Druckes nicht mit dem lothrecht stehenden Schienensteg zusammenfällt, was jedenfalls irrationell ist. Die beste Lösung dieser Frage wurde zweifellos durch Anwendung keilförmiger Unterlagsplatten erzielt. Hierbei erreichte man überdies, daß die Schwelle vor den Angriffen des Schienenfußes geschützt wurde.


Befestigungsweise der Schienen an eisernen Querschwellen.

Nicht mindere Sorgfalt erforderte die Ermittlung der rationellsten Verbindung von Schienen und Schwellen. Anfänglich hielt man sich vorwiegend an die Keilbefestigung, die indes nicht befriedigte, weil die ziemlich dünnen Befestigungsstücke in den entsprechenden Schlitzen der Schwellendecke schlecht saßen. Zwar erzielte man durch Verstärkung der Schwellendecke oder Benützung von Unterlagsplatten befriedigende Ergebnisse, ebenso durch Anwendung von zwei Kramphacken und einem besonderen Schlußstücke auf der Innenseite, wodurch der Keil eine größere Festigkeit erhielt. Durch Vergrößerung der Abmessungen des inneren Kramphackens und des Schlußstückes konnte die Spurerweiterung in den Curven durchgeführt werden. Trotz alledem erwies sich die Schraubenbefestigung vortheilhafter und hat besonders die von Heindl herrührende Anordnung der einzelnen Befestigungstheile diese Frage

in rationeller Weise gelöst, wenngleich sie das Kleineisenzeug nicht unwesentlich vermehrt.

Wie aus der angeschlossenen Zeichnung zu ersehen ist, ruht der Schienenfuß auf einer keilförmigen Unterlagsplatte, welche auf der Außenseite mit einer überhöhten Kante versehen ist, gegen welche sich ersterer stützt. Um die Schraubenbolzen nicht mit dem Schienenfuße in Berührung treten zu lassen, werden Beilagsstücke eingeschoben, welche überdies die Regulirung der Spurweite gestatten und sowohl den Seitenschub als den Längsschub verhindern. Die Art und Weise, wie die einzelnen Beilagsstücke sowie die Kuppelungslaschen angeordnet werden, geht klar aus der Figur hervor.

In den nachfolgenden Darstellungen führen wir noch einige Constructionsweisen vor, welche vornehmlich in England und Frankreich versuchsweise zur Anwendung kamen, und deren Anordnung so klar ist, daß wenige Worte der Erläuterung genügen werden. Bei diesen Constructionen ist dem Holzkeil seine vom



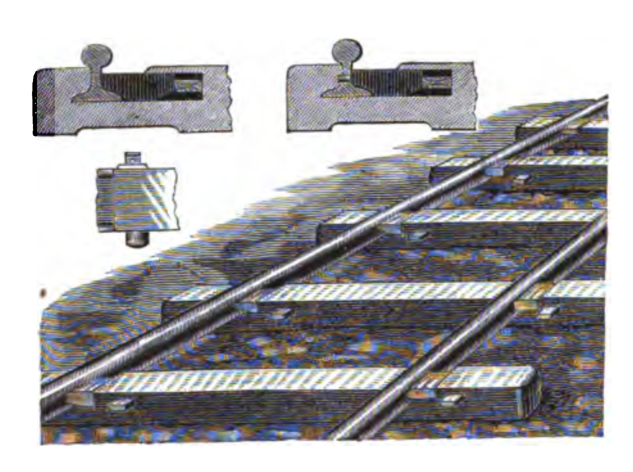
Eiserner Stuhlschienenoberbau.


Eigenartige Anordnung beim eisernen Stuhlschienenoberbau.

Stuhlbau her bekannte Rolle ungeschmälert erhalten und ist von Interesse, zu sehen, auf welch' verschiedenen Wegen dies erzielt wird. Die normale Anordnung ist die, wie sie der gewöhnliche Stuhlbau erfordert. Die diesbezügliche Construction zeigt Querschwelle und Stuhl zu einem Stücke vereinigt, und zwar derart, daß die erstere durch eine wulstförmige Verstärkung des Stuhles hindurchgeht. Die Befestigung der zweiköpfigen Schiene erfolgt sodann in der herkömmlichen Weise mittelst starker Holzkeile.

Bei der zweiten Construction entsteht durch hackenförmige Aufbiegungen von ungleicher Länge eine Art von Stuhl, in welchem die gewöhnliche Vignolesschiene ruht. Der Holzkeil wird zwischen dem inneren höheren Hacken und dem Schienensteg getrieben und damit die äußere Kante des Schienenfußes gegen den außenliegenden niederen Hacken der sich im Bogen über den Fuß krümmt, gepreßt. Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, wird das halbkreisförmige Verbindungsstück von der Innenseite der Schwelle, und zwar durch entsprechende Schlitze in deren Decke, eingeführt. Durch seitlich an dem Verbindungsstücke hervorstehende Rippen wird dasselbe in die richtige Höhe gebracht und am Durchschlüpfen durch die Schwellenschlitze verhindert.

Eine etwas schwerfällige Construction ist die des Amerikaners Jones. Er wendet gußeiserne Querschwellen an, welche zur Aufnahme der breitbasigen Schienen mit entsprechenden Einschnitten versehen sind. Außerdem sind noch seitliche Hohlräume zur Aufnahme von besonderen Schlußstücken vorhanden, welche mittelst seitlich durch die Schwelle getriebenen Holzkeilen gegen die Schienenstege gepreßt werden. Dieselben legen sich auf der entgegengesetzten Seite in Einschnitte, welche dem unteren Theile des Schienenprofils nachgebildet sind, um einen möglichst dichten Anschluß zu erzielen. Die Anordnung der Keilverschlüsse ist, wie aus der Abbildung zu ersehen, nicht symmetrisch, indem sie bei dem einen Gestänge sich an der Innenseite, bei dem anderen an der Außenseite befindet. Die Unterseite der Schwellen ist durch vier breite, rippenartige Ansätze — zwei in der Mitte, je eine unter jedem Schwellenende — verstärkt, womit ein größeres Maß der Reibung zwischen Schwelle und Bettungskörper erzielt werden soll.





Jones' eiserner Querschwellenoberbau mit Keilbefestigung.

4. Weichen und Kreuzungen.

Jedes Eisenbahnfahrzeug erhält durch das Geleise, auf welchem es rollt, seine Führung innerhalb der durch die Gestänge gesteckten Grenzen. Es kann also nicht, wie das gewöhnliche Landfuhrwerk, begegnenden Fahrzeugen ausweichen, oder dieselben, sofern diese letzteren sich auf demselben Geleise befinden, überholen. Ebensowenig könnten auf den vielen Geleisen eines Bahnhofes die Wagen und Locomotiven seitlich, d. h. von einem Geleise auf das andere bewegt werden, wenn dies nicht besondere Vorrichtungen ermöglichen. Diese Vorrichtungen sind:

die Weichen, welche den Uebergang von einem Geleise auf das andere während der Fahrt und überdies die Bewegung ganzer Züge gestatten; ferner die Drehscheiben, welche in die Geleise eingeschaltet werden und durch ihre Bewegung um eine lothrechte Achse und durch Anordnung entsprechender Verbindungsgeleisstücke ein Verschieben der Fahrzeuge von Geleis zu Geleis gestatten; schließlich die Schiebebühnen, d. h. solche mechanische Vorrichtungen, mittelst welchen nur eine Parallelverschiebung vorgenommen werden kann. Mittelst der Drehscheiben und Schiebebühnen können immer nur einzelne Fahrzeuge, welche sich im Zustande der Ruhe befinden, in transversaler Richtung bewegt werden.

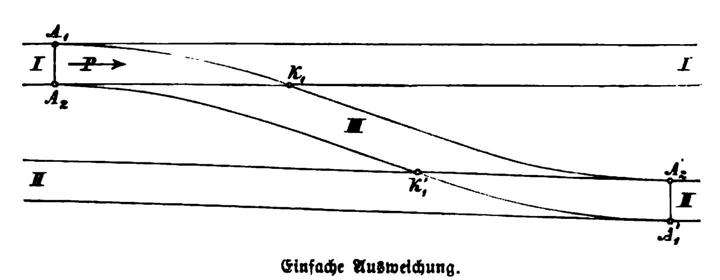
Die Weichen, im Einzelnen eine sehr einfache Anordnung, gestalten sich zu einem höchst heiklen und complicirten Mechanismus in ihrer Gesammtanordnung innerhalb ausgedehnter Bahnhofsräume, indem sie in großer Zahl die vielen Geleise untereinander und mit den mancherlei dem Betriebe dienenden Baulichkeiten (Werkstätten, Depôts, Remisen u. s. w.) verbinden und dadurch den Betriebsmanipulationen einen Grad von Freiheit in der Bewegung gewähren, der insbesondere in jüngster Zeit durch die Centralisirung des gesammten Weichendienstes mit bewunderungswürdiger Exactheit arbeitet. Diese Centralisirung — über welche später ausführlich die Rede sein wird — besteht in einem äußerst sinnreichen, mit größter Zuverlässigkeit functionirendem Riegel-, Zugstangen- und Hebelwerk, welches die Ein- oder Durchfahrt eines Zuges an einem Gefahrspunkte absolut verhindert, ehe nicht alle Weichen (Drehscheiben, Schiebebühnen) ꝛc., aus deren unrichtiger Lage Gefahren erwachsen könnten, die für die sichere Fahrt des betreffenden Zuges erforderliche correcte Stellung erhalten haben.

Die Weichensysteme sind das wichtigste mechanische Organ in der Ausübung des sogenannten »Rangirdienstes«. Auf großen Bahnhöfen sammeln sich oft in wenigen Stunden tausend und mehr Wagen, die auf Geleisen, deren Ausdehnung oft viele Kilometer beträgt, und welche durch hunderte von Ausweichungen verbunden sind, nebeneinander fahren. Fast niemals gelangt ein Wagen gleich bei seiner Einfahrt an die Stelle, wo er hingehört, sondern es gilt, diese unzähligen Wagen zu trennen, theils neue Züge daraus zusammenzustellen, theils sie vor verschiedene Güterschuppen zu bringen, theils sie für Reparaturen auszuscheiden, die entfrachteten zu beseitigen, die zu beladenden an die betreffende Stelle zu bringen. Hieraus ergiebt sich, daß viele Wagen oft viele Kilometer weit bewegt werden müssen, um einen einzigen aus einem Zuge herausheben und an den Bedarfsort fördern zu können. Ja, kaum ein einziger Wagen kann aus einem Zuge entfernt werden, ohne die sämmtlichen Fahrzeuge desselben zu verschieben. Die hierdurch nothwendig werdende Bewegung an einer Stelle bedingt hundert andere an anderen, oft sehr entfernten Punkten des Bahnhofes. Um einen einzigen Wagen von einem ersten Geleise auf ein drittes oder viertes zu setzen, müssen oft, zur Freimachung der nöthigen Weichen und Geleise, hunderte von Wagen auf viele Kilometer weit verschoben werden, so daß an einem Tage lebhafter Ran-

girung die Wagen mitunter tausende von Achskilometern auf demselben Bahnhofe zurücklegen.

Da diese ganze Bewegung durch die Weichen vermittelt wird, gestalten sich dieselben zu einem der wichtigsten Bestandtheile des Oberbaues. Ihre Bedeutung tritt aber überall dort zurück, wo — wie z. B. in England — das Rangiren der Wagen mittelst vielfach sich kreuzenden Reihen von Drehscheiben und (auf größeren Stationen) mittelst sinnreicher hydraulischer Vorrichtungen stattfindet. Hier erfolgt die Verschiebung der Massen nur auf kleine Distanzen hin und fast ganz ohne Locomotivkraft. Fast an jedem Punkte des Bahnhofes können durch Vorkehrungen Wagen rangirt, mitten aus dem Zuge genommen und auf andere Geleise gestellt werden, ohne daß es nöthig ist, andere Wagencolonnen endlos hin- und herzuschleppen, andere Manipulationen zu stören. Auf manchen großen englischen Güterstationen wäre deren enormer Verkehr bei Anwendung des Weichenbetriebes absolut nicht zu bewältigen.

Wir wollen uns nun zunächst mit den Weichen beschäftigen. Sollen zwei parallele Geleise (I und II) miteinander in fahrbare Verbindung gebracht werden, so wird zwischen beiden ein drittes Geleisstück (III) eingelegt, welches an den Verbindungsstellen einen möglichst spitzen Anschluß an die ersteren erhält. Dies ist die typische Form der sogenannten einfachen Ausweichung. Wäre das Verbindungsgeleise durchaus festgelegt, also auch an den Anschlußstellen, so könnte ein Zug wohl von dem einen Geleise auf das andere übergehen, wogegen die Durchfahrt auf jedem der beiden Hauptgeleise versperrt wäre. Um letzteres zu vermeiden, sind die Endstücke des Ausweichungsgeleises derart beweglich angeordnet, daß sie je nach Bedarf den Anschluß an die Hauptgeleise bewirken oder ihn unterbrechen können. Außerdem sind besondere Anordnungen an jenen beiden Strängen der Hauptgeleise nöthig, welche vom Geleise der Ausweichung durchschnitten werden. Aus diesem Sachverhalt ergiebt sich, daß jede Ausweichung aus drei Theilen besteht: dem beweglichen Endstücke, d. i. der Weiche (Wechsel) schlechtweg ($A_1 A_2$), der festliegenden Kreuzung ($K_1 K'_1$) und dem festen Ausweichgeleise (Weichenbogen).

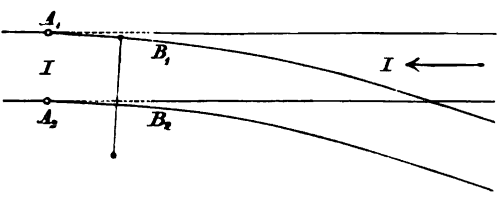


Einfache Ausweichung.

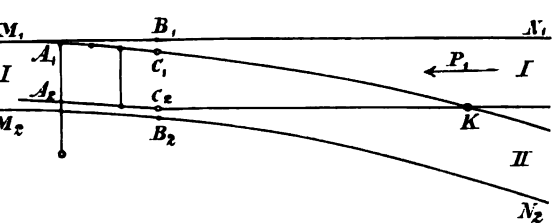
Die älteste Weichenanordnung ist die des sogenannten »Schleppwechsels«. Derselbe besteht aus einem beweglichen Schienenpaar, dessen Drehpunkte ($A_1 A_2$) am Stammgeleise festliegen und deren freie Enden ($B_1 B_2$) durch eine Stellvorrichtung je nach Bedarf den Anschluß am Hauptgeleise oder am Ausweichgeleise bewirken.

Diese Vorrichtung hat (wie aus der Zeichnung leicht zu ersehen ist) den Uebelstand, daß jederzeit ein Geleise völlig unterbrochen ist, wodurch bei falscher Weichenstellung unfehlbar eine Entgleisung stattfinden muß. Würde sich beispielsweise bei der Stellung der Weiche $B_1 B_2$ — also im Anschlusse an das Weichengeleise — ein Zug auf dem Hauptgeleise I nach der Richtung des Pfeiles bewegen, so käme er an die durch punktirte Linien angedeutete Unterbrechungsstelle, was seine Entgleisung zur Folge hätte.

Die Schleppwechsel wurden daher alsbald durch eine zweckmäßigere Construction ersetzt, deren schematische Anordnung in nebenstehender Figur veranschaulicht ist. Hier befinden sich die Drehpunkte ($C_1 C_2$) des beweglichen Theiles der Weiche nicht an den beiden Gestängen des Hauptgeleises, sondern einer an diesem, der andere aber am Ausweichgeleise, wodurch der eine Strang ununterbrochen vom Hauptgeleise in das Ausweichgeleise übergeht ($M_2 N_2$). Von den Drehpunkten laufen zwei vorne zugespitzte und zugeschärfte sogenannte »Zungenschienen« ($A_1 C_1$ und $A_2 C_2$) aus, welche gegenseitig versteift sind und mittelst einer Stellvorrichtung in der Horizontalebene derart hin- und herbewegt werden können, daß der Schienenanschluß immer nur an einem Strange stattfindet.



Schleppwechsel.



Selbstwirkender Sicherheitswechsel.

Die nebenstehende Figur veranschaulicht die Anordnung so klar, daß weitere Worte kaum zu verlieren sind. Bei der Stellung der Weichenzungen, wie sie die Figur darstellt, kann ein von links kommender Zug unbehindert aus dem Hauptgeleise I in das Ausweichgeleise II einfahren, weil die eine Zungenschiene den Uebergang zu dem Weichenbogen vermittelt, indem sie an dem linken Strang des Hauptgeleises anliegt, während die andere Zungenschiene vom Hauptgeleise absteht, sonach die Durchfahrt von M_2 nach N_2, d. i. ebenfalls in den Weichenbogen gestattet. Dagegen würde ein im Hauptgeleise von rechts her, also in der Richtung des Pfeiles fahrender Zug mit seinen rechtsseitigen Rädern in den verschlossenen Zwickel zwischen $B_1 M_1$ gelangen, mit den linksseitigen Rädern aber auf der Zungenschiene $C_2 A_2$, welche keinen Anschluß hat, laufen. Trotzdem ist hier eine Entgleisung nicht möglich, weil die in den Zwickel des Schienenanschlusses bei A sich einzwängenden Spurkränze der Räder die Weichenzunge beiseite drücken, wodurch gleichzeitig — da beide Zungenschienen vermöge ihrer gegenseitigen Versteifung

jede Verschiebung gemeinschaftlich vollführen müssen — die Weichenzunge A_2 an M_2 sich anlegt, also den correcten Schienenanschluß bewirkt. Man sagt in diesem Falle, der Wechsel wird »aufgeschnitten«.

Gegenüber dem Schleppwechsel hat sonach diese Anordnung, welche man den selbstwirkenden Sicherheitswechsel nennt, den großen Vortheil, daß eine Ausgleisung in jedem Falle verhütet wird, wenngleich der gewaltsame Vorgang des »Aufschneidens« den Weichenmechanismus beschädigen kann. Mißlich ist nur, daß beim Fahren »gegen die Spitze« (in unserer Figur von links nach rechts) ein Zug in ein anderes Geleise, als beabsichtigt war, gelangen kann, was unter Umständen natürlich mit Gefahren verbunden ist.

Gehen wir nun auf die Einzelheiten einer Weichenconstruction näher ein. Was zunächst die Zungenschienen anbetrifft, erhalten dieselben gleiche Länge und sind sie entweder beide gerade, oder es ist nur die eine gerade und die andere gebogen. Die letztere Anordnung ist in die Augen springend die vortheilhaftere, weil sie die Erschütterung der Fahrzeuge beim Uebergange des Zuges vom Hauptgeleise auf das Ausweichgeleise herabmindert. Die Entfernung der Zunge vom nebenliegenden Strange (A_2 M_2) soll dem Spurkranze des durchrollenden Rades den nothwendigen Raum gewähren.

Was speciell den Anschluß der Zunge an den benachbarten Strang — der sogenannten »Anschlagschiene« (auch »Stockschiene« genannt) — anbetrifft, erzielte man denselben früher dadurch, daß sich die ersteren mit ungefähr mit der Hälfte ihrer Länge in einen am Kopfe der Stockschiene befindlichen Ausschnitt legte. Die Zungenschiene war nicht zugespitzt und ihre Kopfhöhe durchgehends die gleiche. Diese Anordnung hatte das Bedenkliche, daß bei geöffneter Stellung der Zunge der mit dem Ausschnitt versehene Theil der Stockschiene den Fahrzeugen eine schwache Stütze darbot, was zu gefährlichen Verdrückungen und dergleichen führen konnte. Ein »Aufschneiden« eines solchen Wechsels mußte zu Entgleisungen führen, wenn der Spurkranz an die Endkante des Ausschnittes anstieß und somit zum Aufsteigen auf den vollen Schienenkopf förmlich gezwungen wurde.

Man nennt solche Zungen »einschlagende«. Von ihnen verschieden sind die »unterschlagenden« Zungen, welche keilförmig spitz auslaufen und sich hart unter den Kopf der Stockschiene, welche ihr volles Profil behält, anlegen. Außerdem ist das Zungenende niedriger als die Stockschiene und steigt allmählich an, bis sie an jener Stelle, wo sie die über sie rollende Last voll zu übernehmen hat, die normale Schienenhöhe und zugleich die ausreichende Breitenabmessung erreicht. Eine weitere Verbesserung liegt in Folgendem. Benützt man als Wechselzunge eine Schiene gewöhnlichen Querschnittes, so müssen, damit der Zungenanschluß bewirkt werden könne, die Füße beider Schienen theilweise beseitigt werden, was eine Verschwächung beider Schienenköpfe, insbesondere aber derjenigen der allmählich in die Spitze auslaufenden Zunge herbeiführt. Daß diese Anordnung zu Mißständen Anlaß geben kann, liegt auf der Hand. Man beugt denselben vor, indem man

der Zungenschiene einen besonderen Querschnitt giebt, wodurch die Nothwendigkeit entfällt, deren Fuß zu bearbeiten. Durch Anordnung eines breiteren Fußes erreicht man überdies eine größere seitliche Steifigkeit.

Da die Zungenschienen beweglich sind, erfordert ihre Befestigung an den Drehpunkten, wo erstere in den Weichenbogen übergehen, besondere Sorgfalt. Allerdings sind die Zungenschienen so lang, daß sie Elasticität genug besitzen, um selbst dann noch beweglich zu bleiben, wenn die Verlaschung der Wurzelenden mit den Strängen des Weichenbogens sehr fest hergestellt wird. Sollte indes eine größere Beweglichkeit geboten erscheinen, so wählt man kürzere Laschen und stellt die Verbindung am Wurzelende nur durch einen einzigen Bolzen her, dessen Mutter überdies nicht ganz fest angezogen wird. Dieses Verfahren ist übrigens nur bei Zungenschienen gewöhnlichen Profils möglich, nicht aber bei solchen mit abweichendem Profile. In diesem Falle kommen besonders geformte Laschen in Anwendung und erhält das Wurzelende überdies dadurch ein sicheres Lager, daß es auf einen an der Unterlagsplatte angebrachten lothrechten Zapfen gesteckt wird. Um das Abheben zu verhüten, erfolgt eine Versicherung durch Deckplättchen und Schrauben, Keilbolzen u. dgl.

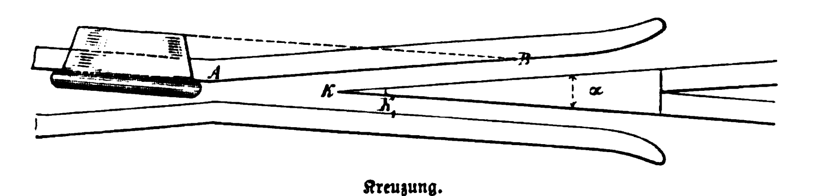
Die Beweglichkeit der Zungenschienen erfordert eine besondere Einrichtung des Schienenauflagers. Zunächst erhalten die Zungendrehpunkte eine große Unterlagsplatte, welche auch noch durch die benachbarten Stränge rechts und links hindurchreicht, also vier Schienen zum Auflager dient. Ferner kommen die Zungen auf einer Anzahl von guß- oder schmiedeeiserner Unterlagsplatten, welche in der üblichen Weise auf den Querschwellen befestigt sind, zu ruhen. Sie heißen »Gleitstühle«. Die Stockschiene wird gleichfalls auf den Gleitstuhl gelagert und an einem Backen desselben seitlich festgeschraubt, während die Zunge auf einer schmalen, zur Erhöhung der Beweglichkeit zu schmierenden Gleitfläche ruht.

Diese letztere muß der Natur der Sache nach horizontal liegen. Aus diesem Grunde kann bei der Zungenschiene von gewöhnlichem Querschnitt die Schiefstellung des Kopfes nach einwärts — conform der Conicität des Radreifens — nicht bewirkt werden. In Folge dessen werden auch die Stockschienen lothrecht gestellt und vielfach auch die Schienen des Weichenbogens. Anderntheils stellt man einen allmählichen Uebergang von den lothrecht stehenden Zungen- und Stockschienen zu den Gestängen des Weichenbogens her. Anders liegt die Sache bei den Zungenschienen von besonderem Querschnitt. Dieselben können, weil eben nur für diesen Zweck bestimmt, von vornherein mit schiefstehendem Kopfe hergestellt werden. Diese Anordnung hat indes wenig Anklang gefunden.

Damit beide Weichenzungen sich gemeinschaftlich bewegen, erhalten sie eine Versteifung durch eine Anzahl von Rundstangen, deren eine, in der Regel diejenige, welche den Zungenspitzen zunächst liegt, zu der Stellvorrichtung führt, indem sie durch ein Loch in der im Wege stehenden Stockschiene geführt ist, oder unterhalb derselben hindurchgreift. Die Stellvorrichtung (der »Weichenbock«) ist ein zwei-

armiger Hebel mit wagrechter Drehachse oder eine Kurbelvorrichtung mit lothrechter Achse. Mit dem Hebel ist behufs Festhaltung des Wechsels in einer bestimmten Lage ein Gegengewicht verbunden, das im Falle des »Aufschneidens« (siehe oben) der anschließenden Weichenzunge die Umstellung des Wechsels »selbstwirkend« besorgt. Jeder Weichenbock ist mit einem optischen Signal versehen, das beim Umstecken des Wechsels um 90° sich dreht und so dem Locomotivführer anzeigt, ob das Geleise fahrbar ist oder nicht. Dieses Weichensignal besteht aus einer Laterne, welche an ihren breiten Flächen einen aus Milchglas gebildeten Pfeil o. dgl. zeigt.

Da das Befahren der Weichen im Sinne der Sicherheit des Betriebes erhöhte Aufmerksamkeit erfordert, vermeidet man nach Thunlichkeit Alles, was zu Gefährdungen führen könnte. So werden beispielsweise solche Weichen, die nur ausnahmsweise bewegt werden, durch entsprechende Verschlußvorrichtungen festgemacht. Zu den bedenklichen Seiten des Weichenbetriebes gehört unter anderem das sogenannte Fahren »gegen die Spitze«, d. h. gegen die äußeren Enden der Weichenzungen. Eine falsche Stellung der Weiche lenkt den Zug in ein unrichtiges Geleise, was unter Umständen eine schwere Katastrophe zur Folge haben kann.



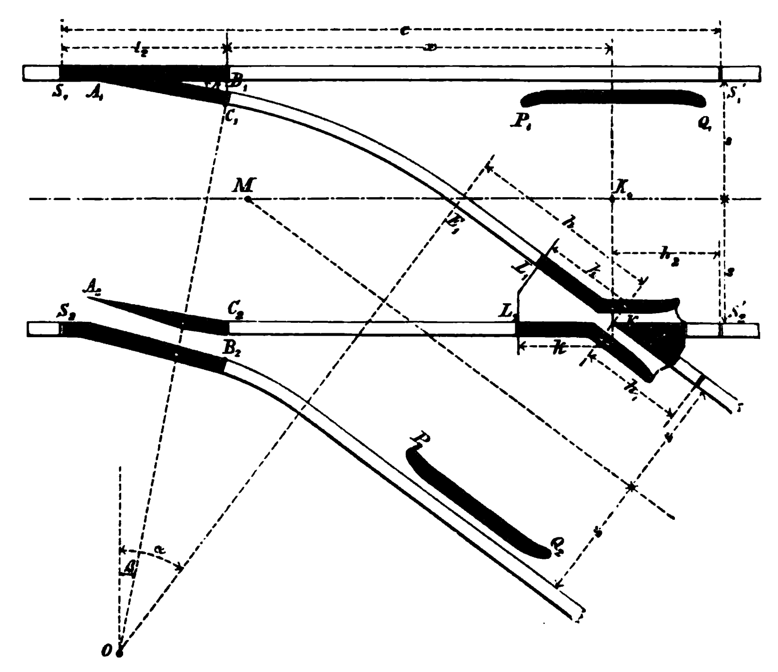
Kreuzung.

Oder es stehen die Weichenzungen »auf halb«, d. h. der Anschluß derselben ist in Folge irgend eines Hindernisses (dazwischen liegende feste Körper u. s. w.) nicht vollständig. Hierdurch gelangt das vorderste Räderpaar der Locomotive auf zwei nicht zu einem Geleise gehörige Schienenstränge und die Maschine entgleist. Auch kann ein Klaffen der Weichenzungen erst dann eintreten (z. B. durch horizontale Durchbiegung), wenn ein Theil des Zuges die betreffende Stelle bereits hinter sich hat, so daß die Entgleisung eines oder mehrerer Fahrzeuge stattfindet. Bei den später zu besprechenden centralisirten Weichenstellwerken wird das Klaffen der Weichenzungen allerdings durch einen Controlapparat (Läutewerk) angezeigt, so daß Gegenmaßregeln ergriffen werden können. Bei gewöhnlichen Weichen aber kann nur die größte Achtsamkeit allen Fällen der vorbesprochenen Art entgegenwirken.

Wenn es nun auch mit der Gefährlichkeit des Fahrens gegen die Spitze der Ausweichung seine Richtigkeit hat, so ist es dennoch mit Unzukömmlichkeiten verbunden, wenn die Bau- und Betriebsvorschriften mancher Länder die Anlagen solcher Weichen auf das Aeußerste beschränkt wissen wollen. Sie rufen dadurch die Nothwendigkeit hervor, mit Zügen, die in ein anderes Geleise übergehen sollen, durch Zurückstoßen und Verschieben zu manipuliren, wodurch neue und

größere Gefahren erzeugt werden, als durch das Befahren der Weichen gegen die Spitze. Bei langsam befahrenen Bahnen ist ihre Anlage unbedenklich, auf eingeleisigen und auch wohlfeil herzustellenden unvermeidlich. Aber auch auf schnellbetriebenen Hauptbahnen werden die Bedenken, welche betreffs des Fahrens gegen die Spitze gehegt werden, überall dort gegenstandslos, wo der Weichenbetrieb durch die Centralstellwerke den höchsten Grad von Sicherheit gewährleistet.

Wir kommen nun auf den zweiten Theil der Ausweichung, die **Kreuzung**, zu sprechen. Da bei einer Weichenanlage das Weichengeleise die beiden inneren



Detail der Weichenanlage mit der Kreuzung.

Stränge der miteinander zu verbindenden Hauptgeleise überschneidet, müssen diese beiden Schnittpunkte eine besondere Anordnung erhalten, damit die Räder die nothwendige Führung an den Spurkränzen erhalten. Die Anordnung, welche Demjenigen schwer begreiflich zu machen ist, der von ihr keine zutreffende Vorstellung besitzt, soll an der Hand der Figur auf Seite 206 kurz und klar erläutert werden.

Ein von links kommendes Fahrzeug gelangt mit seinem inneren Vorderrade bei A an die fragliche Ueberschneidungsstelle. Von hier ab erhält es seine Führung durch das keilförmige Endstück KK_1, welches mit seinem rückwärtigen Ende mit den Fahrschienen organisch verbunden ist. Man nennt diesen Keil das »Herzstück«. Die linksseitigen Fahrschienen enden nicht unmittelbar an der Stelle, wo der Keil des Herzstückes die Führung übernimmt, sondern knicken ab und laufen

eine Strecke weit parallel zu den Schenkeln des Herzstückes. Man nennt diese an ihren Enden etwas auswärts gebogenen Schienenstücke »Knieschienen« (Flügel- oder Hornschienen). Das Herzstück endet niemals in einen haarscharfen Keil, sondern die Spitze ist etwas abgerundet. Man benennt sie die »wirkliche Herzstückspitze« (K_1), und unterscheidet von ihr den »mathematischen Kreuzungspunkt« (K), der sich durch die Verlängerung der Schenkel des Keiles an ihrem geometrischen Schnittpunkt ergiebt. Zwischen den Knieschienen und dem Kreuzstück — welche einschließlich eines kurzen Stückes der der Keilspitze gegenüberliegenden Fahrschienen aus einem Blocke hergestellt werden, und welcher der »Kreuzungsblock« genannt wird — befinden sich die Spurkranzrinnen, welche den Uebergang über die Lücke $A K_1$ vermitteln. Der Winkel (α) des Keilstückes heißt der »Kreuzungswinkel«.

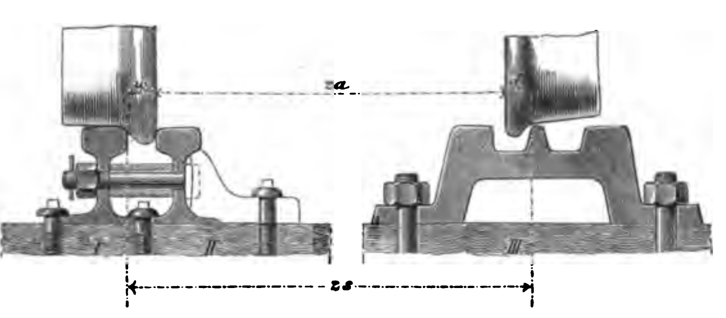
Die ganze Anlage der Weiche ist in allen ihren Details aus der Seite 207 stehenden schematischen Darstellung zu ersehen. Sie zeigt in Wirklichkeit ganz andere Abmessungen und eine wesentlich abweichende Disposition der einzelnen Theile; die Verzerrung ist aber zwingend, weil die Beengtheit des Raumes eine correcte Darstellung nicht zuläßt. In der Figur sind — mit Hinweglassung der vielen mathematischen Constructionslinien, welche dem Interesse des Nichtfachmannes ferne liegen, ersichtlich: die beiden Stränge des Hauptgeleises $S_1 S_1'$ und $C_2 S_2'$; sodann die Stränge des Ausweichgeleises $C_1 E_1 L_1$ und $S_2 B_2$ nach rechts herab; ferner die beiden Weichenzungen $A_1 C_1$ und $C_2 A_2$ mit den Stockschienen $S_1 B_1$ und $S_2 B_2$; schließlich das Herzstück K mit den Knieschienen und den daran stoßenden (in der Zeichnung gleich diesen und dem Herzstück schraffirt) Stücken der Fahrschienen, welche mit dem Herzstück den Kreuzungsblock bilden. Außerdem nimmt man noch zwei Details wahr, von welchen bisher noch nicht die Rede war. Es sind dies die schraffirten Schienenstücke $P_1 Q_1$ und $P_2 Q_2$. Sie werden »Zwangschienen« genannt und haben den Zweck, den Rädern an der Unterbrechungsstelle zwischen den Endpunkten der Knieschienen und dem Anfange des eigentlichen Herzstückes zur Führung zu dienen. Dadurch werden Seitenschwankungen verhindert und wird überdies verhütet, daß die Räder, welche das Herzstück passiren, mit den Spurkränzen gegen den Keil anschlagen.

Die Figur auf Seite 209 veranschaulicht die diesfällige Disposition im Querschnitt. Hier ist 2s die Spurweite, 2a die Entfernung der Räder von einander an ihrer Innenseite; I ist der Schienenstrang, II die Zwangschiene, III der Kreuzungsblock mit den Spurkranzrinnen und den Knieschienen. Der Querschnitt ist etwas innerhalb der Herzspitze gelegt, so daß die Darstellung den Moment vergegenwärtigt, wo der Spurkranz die Laufrinne bereits verlassen und auf das keilförmige Herzstück übergegangen ist.

Dieser Uebergang wird übrigens auf zweifache Weise erreicht, und zwar unter nachstehenden Voraussetzungen. Wenn der Radkranz (vgl. die Figur auf S. 206) bei A die Knieschiene verläßt, wird wegen der Conicität des ersteren die Lauf-

fläche immer kleiner und das Rad sinkt um ein bestimmtes Maß herab, um alsdann — jenseits der Lücke — vom Keil des Herzstückes wieder gehoben zu werden. Damit ist aber eine schädliche Stoßwirkung verbunden, bei gleichzeitig starkem Schleifen der Räder jeder Achse, welche diesfalls mit ungleich großen Laufkreisen über das betreffende kurze Geleisstück rollen. Um den ersteren Uebelstand zu beheben, kann man — vorausgesetzt, daß der Kreuzungsblock aus einem Stücke besteht — entweder die Knieschiene vom Knickpunkte aus um ein bestimmtes Maß aufsteigen lassen (wodurch die immer kleiner werdenden Laufkreise unwirksam werden), oder man erhöht die Spurrinnen, wodurch dem Niedersinken vorgebeugt wird, indem die Radkränze auf ihrer Kante rollen. Die letztere Anordnung wird übrigens nicht allgemein für zweckmäßig erachtet. Gegen den zweiten Uebelstand, das Schleifen, hilft man sich bis zu einem gewissen Grade, indem man die Kreuzungsblöcke aus möglichst widerstandsfähigem Material erzeugt.

Dasselbe bestand durch geraume Zeit aus Gußeisen, nachdem die ältere Anordnung mittelst gewöhnlicher Schienen, sowie jene andere, bei welcher das eigentliche Herzstück als Stahlkeil gebildet wurde, in Abnahme kam. Die letztere Anordnung hat sich übrigens bei manchen Bahnen bis auf den Tag erhalten. Die besten Kreuzungsblöcke sind diejenigen aus Hartguß und aus Gußstahl. Den Kreuzungsblöcken letzterer Art giebt man oben und unten ein gleiches Profil, so daß sie, nach erfolgter Abnützung, umgewendet werden können. Bei diesen und den Hartguß-Kreuzungsblöcken giebt man den Schienenköpfen die erforderliche Neigung, während sie bei den älteren Anordnungen lothrecht gestellt wurden.

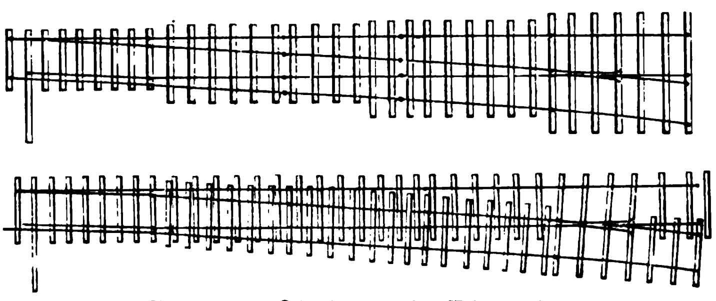


Lauf der Räder über die Kreuzung.

Was schließlich das Ausweichgeleise an sich betrifft, sollte (siehe die Figur S. 207) der Weichenbogen A_1 C_1 E_1 theoretisch bis dicht an das gerade Stück der Knieschiene (bei L_1) geführt werden, doch wird es für zweckmäßig erachtet, das Stück des Stranges vom Ende der Knieschiene bis zur Geleismitte (M K) bei E_1 gerade zu führen und erst von hier ab den Weichenbogen bis C_1 und weiter bis zur Zungenspitze A_1 zu führen. Der Radius dieses Bogens richtet sich theils nach der Beschaffenheit der Fahrzeuge, dem Maße der Geschwindigkeit, je nach der Stelle, an der die Weichen liegen und anderen Factoren. Er wechselt demgemäß zwischen 150 und 1000 Meter, sollte aber erfahrungsgemäß niemals unter 180 Meter herabgehen. Die zweckmäßigste Länge ist die zwischen 300 bis 500 Meter.

Andere Verhältnisse, welche durch Rechnung sich ergeben, betreffen die Grenzwerthe für die Kreuzungsgrade, die Schieneneintheilung in der Ausweichung (durch welche dem Zerschneiden von Schienen und Entwerthen derselben vorgebeugt werden soll), ferner die Gesammtlänge der Ausweichung (e in der Figur S. 207), welche immer einem Vielfachen der normalen Schienenlänge gleich sein soll, und andere rein fachmännische Fragen, welche für den Laien ohne Interesse sind.

Die Anordnung der Schwellen, auf welchen die Schienen innerhalb der Ausweichung ruhen, ist aus den untenstehenden Figuren zu ersehen. Unter das Zungenende kommt, wegen der Zugstange, welche zum Weichenbock führt, eine lange Schwelle zu liegen. Hieran schließt eine Reihe gewöhnlicher (jedoch vollkantiger) Schwellen bis zur Weichenwurzel, deren Anschluß an den Weichenbogen als ruhender Stoß behandelt wird. Von hier ab beginnen die vier Stränge der Weichenanlage sich allmählich zu erweitern, so daß weiterhin längere Schwellen in Anwendung kommen, eine Strecke weiter noch längere und die längsten endlich unter dem Kreuzungsblock.



Anordnung der Schwellen unter den Weichengeleisen.

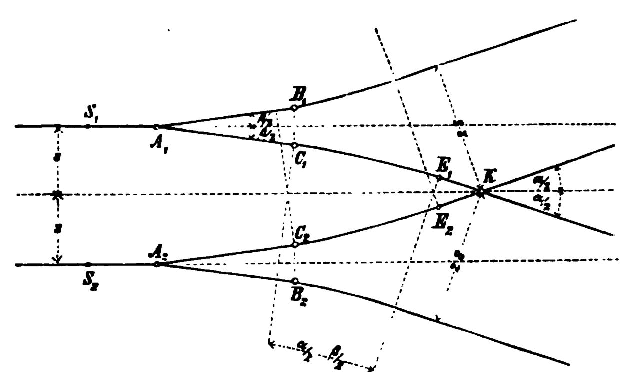
Es ruhen also bei dieser Anordnung durchgehends alle vier Stränge auf denselben Schwellen. Abweichend hievon ist eine andere Anordnung, bei welcher nur beim Kreuzungsstück sämmtliche Schienenstränge auf gemeinsamen langen Schwellen ruhen, während von dieser Stelle ab gegen die Spitze des Wechsels hin kürzere Schwellen, welche, einander übergreifend, je drei Stränge unterstützend, zu liegen kommen, und zwar bis zu den Wurzelenden der Weichenzungen. Von hier ab liegen dann Schwellen von normaler Länge in der Bahn. Daß hier der Schwellenbedarf größer ist, leuchtet ein. Die enge Lage der Schwellen aber erschwert gleichzeitig sehr das Unterkrampen und ist auch der Entwässerung des Bettungskörpers nicht günstig. Außerhalb Frankreichs, wo diese Anordnung sehr häufig, wird sie wenig angewendet.

Außer der im Vorstehenden behandelten Constructionsweise der Weichen, welche wohl als typisch gelten kann, sind noch mancherlei Nebenformen zu verzeichnen, z. B. die sogenannten »Plattenweichen«, bei welchen zwischen den hölzernen Querschwellen und den Schienen lange Blechplatten, die gewissermaßen die Rolle von Langschwellen übernehmen, unterlegt und durch genietete alte Schienen gegenseitig verbunden sind. An Stelle der Platten traten dann förmliche, durch Querschwellen miteinander verbundene Langschwellen, oder man setzte vollends an Stelle

der hölzernen Querschwellen solche aus Eisen. Weniger konnte man sich bisher mit der Anordnung der Weichen auf eisernen Langschwellen befreunden, welche sonach das Schicksal der nur mehr vereinzelt vorkommenden Plattenweichen zu theilen scheinen.

Der Leser braucht wohl kaum besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, daß neben der im Vorstehenden ausführlich behandelten »einfachen Ausweichung« — welche typisch für Anlagen dieser Art ist — verschiedene andere Formen in Anwendung kommen. Wir haben gesehen, welcher Art die Anordnung ist, wenn von einem geraden Hauptgeleise eine Ausweichung abzweigt. Die nächstverwandte Form ist die gewöhnliche Ausweichung im gekrümmten Hauptgeleise, die sogenannte »Curvenweiche«, welche sich principiell von dem Grundtypus nicht unterscheidet. Fachmännisch beurtheilt ist sie dagegen insoferne complicirter, als die geometrischen Werthe der Construction mitunter aus schwierigen Rechnungen genommen werden müssen.

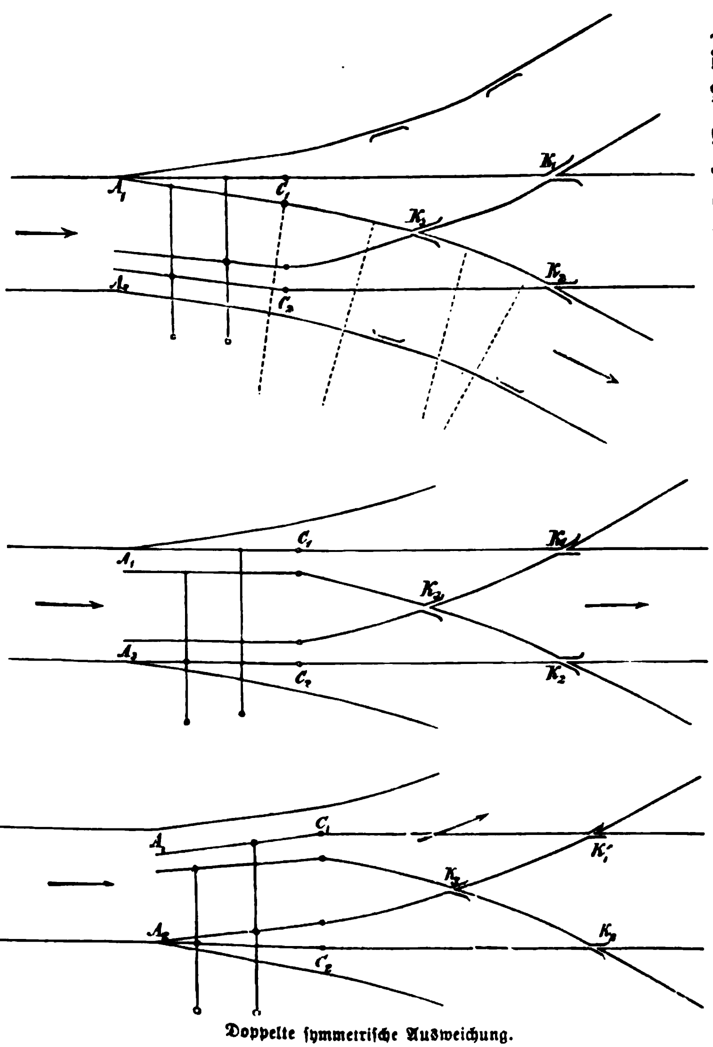
Die nächste Form ist die »symmetrische Ausweichung«, und zwar die einfache und die doppelte. Bei der ersteren setzt sich das gerade Hauptgeleise von der Ausgangsstelle der Abzweigung nicht fort, sondern spaltet sich in je eine Ausweichung nach jeder Seite. In der beigegebenen Figur liegen die beiden Weichenzungen $A_1 C_1$ und $A_2 C_2$ gleichzeitig an ihren Stockschienen an, was in Wirklichkeit unmöglich ist, in der Zeichnung aber zur Kennzeichnung des theoretischen Principes nothwendig ist. Die Anschlußschienen setzen sich hier aus den Geraden $S_1 A_1$ ($S_2 A_2$) und den Krümmungen $A_1 B_1 (A_2 B_2)$ zusammen, für welch' letztere der Winkel β maßgebend ist. $C_1 E_1$ ($C_2 E_2$) ist der Weichenbogen, $E_1 K$ ($E_2 K$) die Kreuzungsgerade, K endlich die Kreuzung. Es ist bei dieser Anordnung nur eine solche vorhanden und entsteht dieselbe durch das Ueberschneiden der äußeren Stränge beider Ausweichungen.



Symmetrische Ausweichung.

Die doppelte symmetrische Ausweichung im geraden Hauptgeleise ergiebt sich, wenn letzteres sich in der geraden Richtung fortsetzt. Die Anordnung der beiden Ausweichungen ist die gleiche wie vorstehend, mit dem Unterschiede, daß zwar nur zwei Anschlagschienen, aber vier Weichenzungen vorkommen, welche — wie die hier folgenden Figuren veranschaulichen — durch zwei Ausrückvorrichtungen (Weichenböcke) bedient werden. Die Folge ist, daß jederzeit zwei Zungen »geöffnet«

sind. In der ersten Figur schließt die Weichenzunge $A_1 C_1$ an die linke Stockschiene (im Sinne der Richtung des Pfeiles) an, während die rechtsseitigen Zungen der linken Ausweichung und des Hauptgeleises geöffnet sind, also die Durchfahrt bei A_2 freigeben. Der Zug wird in Folge dessen auf die rechte Ausweichung übergehen. Soll das Hauptgeleise freigegeben werden, so stehen die beiden geöffneten Zungen, so wie in der zweiten Darstellung veranschaulicht ist, also symmetrisch innerhalb der Stränge des Hauptgeleises. Bei der dritten Darstellung endlich tritt das umgekehrte Verhältniß der ersten ein: der Zug geht auf die linke Ausweichung über.

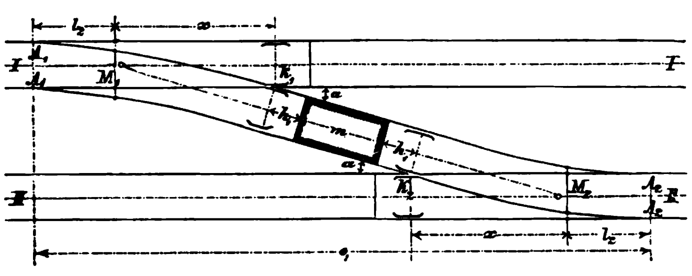


Doppelte symmetrische Ausweichung.

Während bei dieser Anordnung die Länge der Zungen theoretisch gleich lang angenommen sind, werden dieselben in Wirklichkeit ungleich lang construirt, um einen besseren Anschluß zu erzielen. Aus den Figuren ist ferner zu ersehen, daß sich drei Kreuzungen ergeben, indem sich einerseits die äußeren Stränge beider Ausweichungen einmal überschneiden (vgl. die vorstehenden Figuren) und jeder dieser Stränge außerdem die beiden Stränge des Hauptgeleises an zwei gegenüberliegenden Punkten überschneiden. Diese Anordnung ist zum Theil theoretisch correct, praktisch aber bedenklich, weil bei der symmetrischen Lage der Kreuzungen $K_1 K_2$ die Anlage

zweier Zwangschienen unmöglich ist. Man rückt daher die beiden Wechsel so weit auseinander, daß der zurückliegende eben noch vollkommen geöffnet werden kann. Andere Uebelstände ergeben sich aus der zu nahen Lage beider Weichenböcke, durch welche leicht eine falsche Einstellung erfolgen kann, und aus der starken Abnützung, welche die Weichenzungen erfahren. Da aber die dreitheiligen Weichen eine sehr rationelle Raumausnützung gestatten, werden sie allgemein als empfehlenswerth erklärt, unter der Voraussetzung einer sehr aufmerksamen Bedienung und der Verwendung eines widerstandskräftigen Materials.

Bisher war immer nur von einem geraden Hauptgeleise und den von ihnen abzweigenden Ausweichungen die Rede. Eine der gewöhnlichsten Anordnungen ist nun die, daß zwei parallele Geleise durch eine Ausweichung miteinander verbunden werden. Die beigefügte Figur ist so klar, daß sie nur wenige Worte der Erläuterung bedarf. Vom Geleise I zweigt bei M_1 die Ausweichung in der bekannten Weise ab, desgleichen vom Geleise II bei M_2 eine zweite Ausweichung. Weiter handelt es sich um nichts anderes, als diese beiden Ausweichungen in Verbindung zu setzen, was durch Einschaltung des »Verbindungsgeleises« m geschieht.

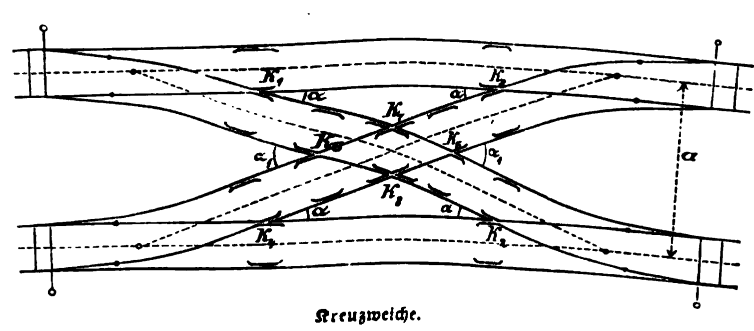


Verbindung zweier paralleler Geleise durch eine Ausweichung.

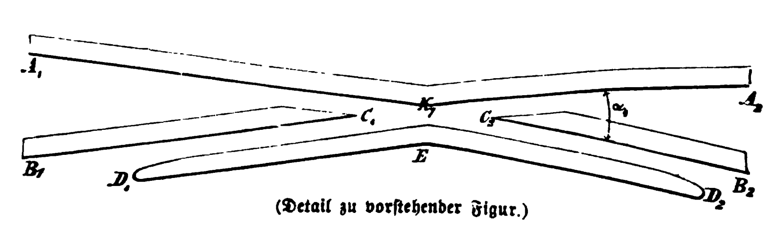
In der Figur sind (des gegebenen Raumes wegen) die Verhältnisse sehr verzerrt dargestellt, demnach auch die Länge des Verbindungsgeleises, welche in Wirklichkeit viel größer ist. Den Uebergang derselben zu den Weichenbögen vermitteln die Kreuzungsgeraden h_1. Bei dieser Anlage kommen zwei Kreuzungen (K_1 K_2) vor, indem die beiden Stränge der Ausweichung die inneren Stränge beider Hauptgeleise überschneiden.

Denken wir uns nun, daß ein von rechts her auf dem Geleise I fahrender Zug in der gleichen Fahrtrichtung auf das Geleise II überführt werden soll, so werden sich folgende Bewegungsvorgänge ergeben. Zunächst fährt der Zug über die Weiche bei M so weit hinaus, daß sie umgelegt werden kann. Der mittlerweile stehen gebliebene Zug nimmt nun eine rückläufige Bewegung an und rollt auf dem Verbindungsgeleise in das Geleise II, und zwar so weit über den Wechsel bei M_2, daß dieser umgelegt werden kann. Jetzt erst kann der auf der Rückfahrt ebenfalls zum Stehen gebrachte Zug auf dem zweiten Geleise in der ursprünglichen Fahrtrichtung verkehren. Dasselbe gilt für einen vom Geleise II auf das Geleise I überzuführenden Zug, und beide Fälle wiederholen sich, wenn der Zug von links her sich bewegt.

Es leuchtet ein, daß in diesem Vorgange eine gewisse Schwerfälligkeit zur Geltung kommt, die sich im Falle häufiger Wiederholung desselben ganz erheblich steigert. Man trifft daher überall dort, wo es die Verhältnisse erfordern, eine Anordnung, bei welcher zwei sich kreuzende Verbindungsgeleise eine symmetrische Ausweichung für beide Geleise und nach beiden Fahrtrichtungen herstellen. Diese Anordnung, welche in der untenstehenden Figur veranschaulicht ist, wird »Kreuzweiche« genannt. Mit ihrer Hilfe kann jeder Zug von einem Hauptgeleise auf das andere übergehen, ohne lang hin- und hergeschoben zu werden. Allerdings erfordert die Anlage einen größeren Aufwand von Weichenconstructionstheilen, unter welchen die sogenannten »Doppelkreuzungen« K_7 und K_8 uns bisher noch nicht untergekommen sind. Um nämlich Rinnen für die längs der Innenseite der Schienen laufenden Spurkränze der Räder zu erhalten, müssen die sich kreuzenden Stränge vor Allem ein stumpfes Herzstück mit der Spitze K_7 (K_8) bilden, sodann zwei



Kreuzweiche.



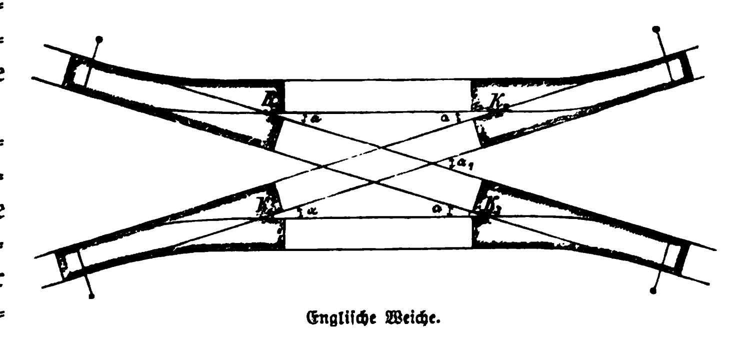
(Detail zu vorstehender Figur.)

Knieschienen ($B_1 C_1$, $B_2 C_2$ in der vorstehenden Figur) mit spitzwinkeligen Knien, wozu weiter noch die Zwangschiene ($D_1 E D_2$) kommt. Auffällig ist nun, daß die beiden Knieschienen die Form und Function von zwei Herzstücken übernehmen und die Zwangschiene nicht gerade, sondern im gleichen Winkel abgeknickt ist, wie das ihr gegenüberliegende Kreuzstück. Ein Uebelstand, der aber in der Praxis nicht sehr hervortritt, ist der, daß die Zwangschiene bei K_3 den die Lücken überschreitenden Rädern noch eine gewisse Führung gewährt, wenn der Winkel α_1 nicht zu spitz ist. Im anderen Falle geht jede Führung verloren und muß auf das Trägheitsmoment der Räder beim Laufen über die Lücken gerechnet werden, was praktisch zulässig ist, insbesondere dann, wenn die Länge der Lücken nach Thunlichkeit eingeschränkt wird.

In der nächstfolgenden Figur ist das in der Kreuzweiche zum Ausdruck kommende Princip auf die Hauptgeleise selbst übertragen, indem diese sich kreuzen,

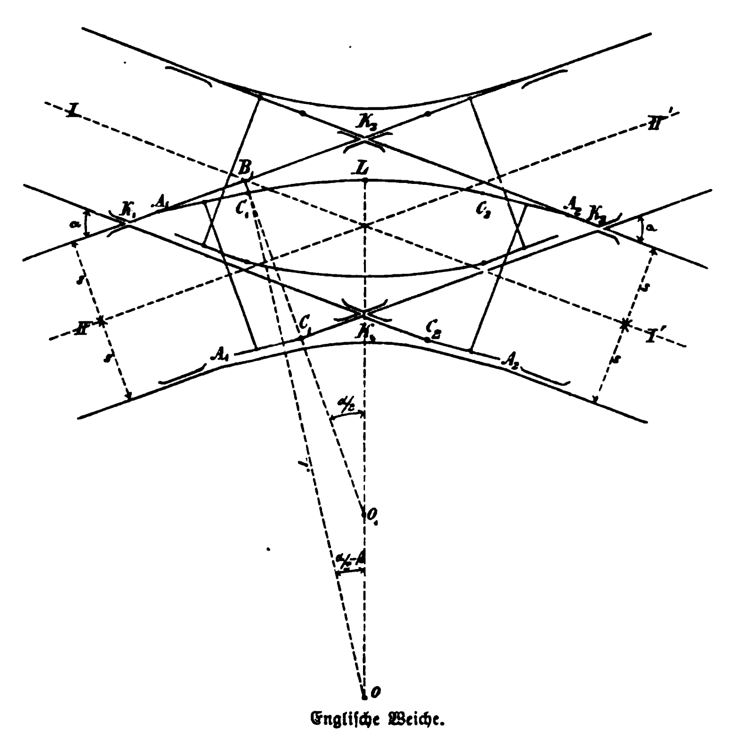
die Ausweichungen aber durch parallele Verbindungsgeleise in Zusammenhang gebracht werden. Aus dieser etwas umständlichen Anlage ergiebt sich bei hinlänglicher Kleinheit des Ueberschneidungswinkels α_1 unter wesentlicher Vereinfachung die sogenannte »englische Weiche«. Ist nur eine Ausweichung vorhanden, d. h. kann der von rechts her im Geleise I (Figur S. 216) anfahrende Zug nicht ohne weiteres nach links in das Geleise II übergehen, wohl aber der von rechts im Geleise II anfahrende nach links in das Geleise I so heißt die Anordnung »Einfache (halbe) englische Weiche«. Ist die Ausweichung symmetrisch hergestellt, conform den Kreuzweichen bei parallelen Hauptgeleisen, so ergiebt sich die »Doppelte (ganze) englische Weiche«. Bei dieser Anordnung kann jeder Zug, sei es nun von rechts oder von links her, von dem einen Geleise auf das andere übergehen, ohne daß es eines Hin- und Herschiebens bedürfte. Die englischen Weichen sind der scharfen Weichencurven wegen für Hauptgeleise wenig geeignet, doch sehr bequem im Falle ihrer Zulässigkeit, da viel Platz erspart wird.

Auf Bahnhöfen kommen natürlicherweise die mannigfaltigsten Weichenanordnungen vor, insbesondere was die Lage der einzelnen Weichen zu einander und in ihren Beziehungen zu den Geleisen anbetrifft. Der Flächenraum großer Bahnhöfe ist mit zahlreichen Geleisen bedeckt, von denen eine größere Zahl derart durch Weichen miteinander verbunden ist, daß sie sämmtlich nach dem einfachen oder doppelten Geleise der freien Bahn hin convergiren und schließlich in dieses münden. Anderseits werden mehrere parallele Geleise durch Weichen derart verbunden, daß die einzelnen Verbindungen unmittelbar aneinander schließen und zusammen ein schräg verlaufendes Geleise ergeben. Man nennt es die »Weichenstraße«.

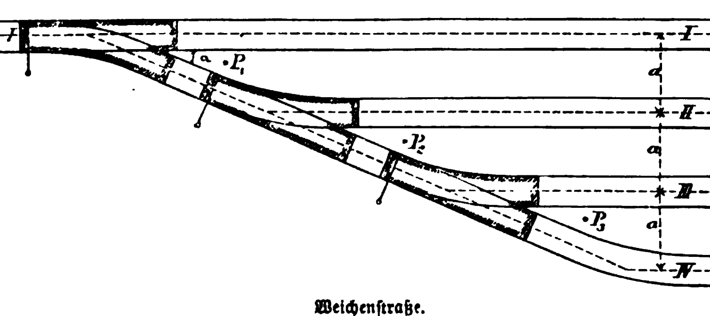

Englische Weiche.

Die Convergenz der Hauptgeleise kann übrigens vermieden werden, wenn vom Streckengeleise eine Abzweigung durchgeführt und diese durch eingeschaltete Ausweichungen mit den parallelen Geleisen in Verbindung gebracht wird, etwa in der Form, wie sie in umstehender Figur (unten) dargestellt ist. Die Abzweigung wird dann zum Hauptgeleise, und die Fortsetzung des Streckengeleises erhält die Bezeichnung »Stamm- oder Muttergeleis«. Die Anlage ist sehr einfach, hat aber den Nachtheil, daß die »nutzbare Länge« der Nebengeleise beträchtlich gekürzt wird. Soll z. B. das Stammgeleise (I) befahren oder mit Fahrzeugen belegt werden, so darf dies nur bis zu einem gewissen Abstand von der ersten Weiche

stattfinden, soll diese nicht verlegt werden. Dieser Punkt wird durch einen Pfahl (»Markirpfahl«) bezeichnet und soll derselbe mindestens 3½ Meter von Mitte zu Mitte der beiden Geleisachsen angebracht werden. In der Figur ist dieses Markirzeichen mit P_1 kenntlich gemacht. Dasselbe wiederholt sich bei den anderen Nebengeleisen (II, III u. s. w.), bei welchen die entsprechenden Markirpflöcke mit P_2, P_3 bezeichnet sind.



Englische Weiche.



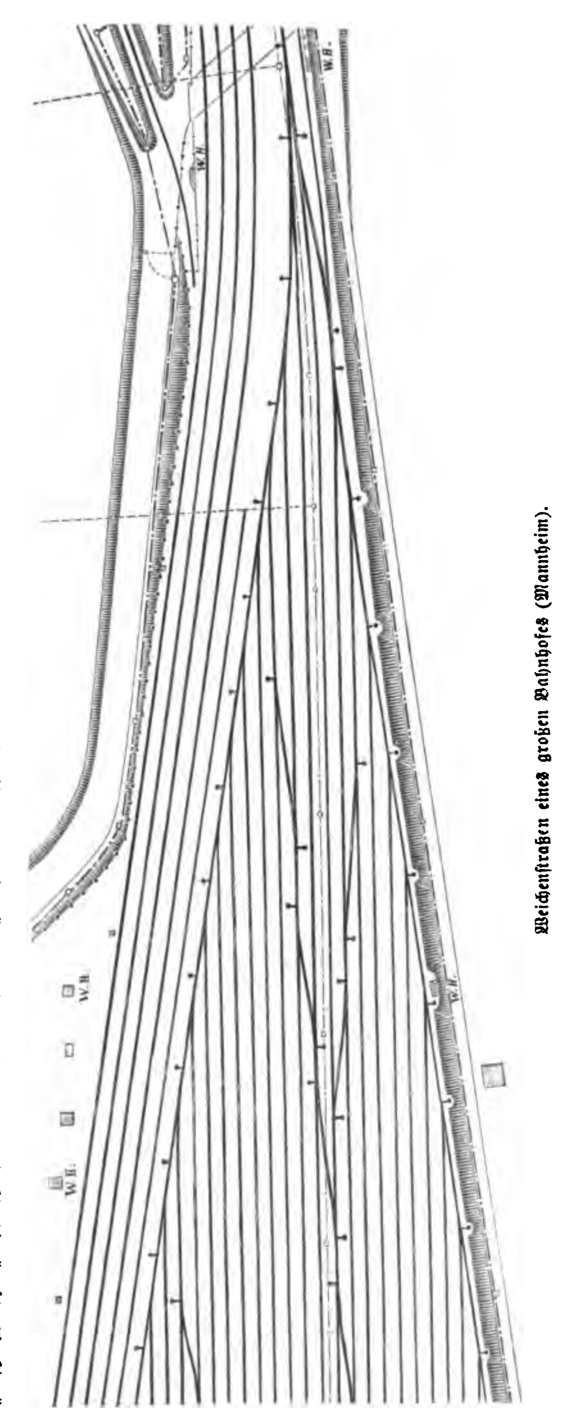
Weichenstraße.

Ist nun der Abzweigungswinkel α ziemlich stumpf, so wird die »nutzbare Länge« größer, wogegen sie sehr erheblich abnimmt, wenn ersterer sehr spitz ist, weil in Folge dessen die Markirzeichen weit hineinrücken. Dieselben Verhältnisse wiederholen sich selbstverständlich auch auf der entgegengesetzten Seite des Bahnhofes. Um diesem Uebelstande einigermaßen zu steuern, pflegt man die Nebengeleise zu beiden Seiten des Stammgeleises anzuordnen. In anderer Weise trifft man Abhilfe, indem die Abzweigung nicht gerade, sondern im Bogen geführt und sodann mit einem Gegenbogen mit dem ersten Nebengeleise in Verbindung gebracht wird. Derselbe Vorgang wiederholt sich natürlich bei jedem weiteren Nebengeleise. Die Erläuterung anderer Hilfsmittel, insbesondere die schiefe Ein-

führung des Streckengeleises in den Bahnhof, dessen Spurplan dann in Form eines Parallelogramms hergestellt wird, übergehen wir, weil sie den Gegenstand zu sehr specialisiren würden.

Die angefügte Figur veranschaulicht in natürlichen (also nicht verzerrten) Verhältnissen das Endstück eines großen Bahnhofes, aus welchem einige der vorstehend erwähnten Details sehr klar zu ersehen sind. Die Abzweigungen sind hier so ziemlich symmetrisch auf beiden Seiten der Stammgeleise durchgeführt und vermitteln den Uebergang zu zahlreichen parallelen Nebengeleisen, welche wieder untereinander durch zwei ineinander mündende Weichenstraßen miteinander verbunden sind. Sehr deutlich tritt in dieser Darstellung die Abminderung der nutzbaren Länge der Nebengeleise vor Augen, desgleichen die Kleinheit des Abzweigungswinkels, wobei die früher erwähnte Abzweigung beziehungsweise Ueberführung der Hauptgeleise mit kurzen Gegencurven nicht durchgeführt ist.

So einfach sich die vorstehend erläuterten Einrichtungen der Weichen darstellen, so complicirt gestalten sie sich in ihren Beziehungen zu einander, d. h. wenn eine große Zahl von Weichen auf ausgedehnten Bahnhöfen in organischen Zusammenhang gebracht werden soll. Der Laie wird verblüfft, wenn er von irgend einem günstigen Standorte die ungemein vielartigen Ver=



Weichenstraßen eines großen Bahnhofes (Mannheim).

schlingungen der Geleise überschaut, sie von Locomotiven und ganzen Wagencolonnen befahren sieht, bald vor, bald zurück, hier dicht auf parallelen Geleisen nebeneinander herrollend, dort sich kreuzend oder überholend, wobei ganze Wagengruppen abgestoßen werden, u. s. w. Die glatte Abwickelung dieser beständig ineinandergreifenden Bewegungen erscheint dem Nichtfachmann wie ein Wunder, als ein Vorgang höchst verwickelter Natur.

In der That war bis in die jüngste Zeit die sichere Führung des Weichendienstes innerhalb des ausgedehnten Raumes großer Bahnhofsanlagen keine so einfache Sache. Eine schwache Seite des älteren Systems bestand vornehmlich darin, daß die Bedienung der Weichen einem vielköpfigen Personal überlassen war, dessen Zusammenwirken durch vielfache, an sich unscheinbare Mißverständnisse und Störungen häufig in Frage gestellt wurde. Daraus erwuchs aber eine beständige Gefahr für die sichere Ausübung des Weichenstelldienstes, und in Consequenz dessen lag in dem System selbst die Ursache zahlreicher und häufiger Unglücksfälle. . . . Der überbürdete Weichensteller, der einen Augenblick von der anstrengenden Arbeit ausruht, wird plötzlich durch Lichter, Pfiffe und Zurufe aufgeschreckt, er giebt dem ihm anvertrauten Hebel einen unbedachten Ruck und — der heranbrausende Zug ist entgleist. Und nun gar die Weichensignale in ihrer verwirrenden Menge! »Das problematische des Nutzens der letzteren« — sagt M. M. v. Weber — »wird Jedem klar, der jemals Nachts auf der Locomotive in eine große Eisenbahnstation eingefahren ist und das prachtvolle, aber unbehaglich irritirende Chaos von Lichtern aller Farben gesehen hat, die sich bei jedem Platzwechsel der Maschine zu neuen Constellationen unentwirrbar durcheinanderschieben, und in denen auch das geübteste Auge nicht die mit scheibigem Glanze leuchtenden Signale derjenigen Weichen herauszufinden vermag, die der Zug bis zu seinem Haltepunkte zu durchlaufen hat.«

All' diese Erschwernisse und Gefahren des Weichenstelldienstes sind in jüngster Zeit durch die Anwendung gewisser mechanischer Vorkehrungen fast gänzlich beseitigt worden und haben sich letztere demgemäß als eines der wirksamsten Sicherungsmittel des Eisenbahnbetriebes erwiesen. Es ist dies das sogenannte Central-Weichensystem. Die Vorkehrungen desselben bewirken durch eine sinnreiche Combination von mechanischen Organen, daß ein Signal, welches die Erlaubniß zum Befahren eines Systems von Weichen, die ein Zug beim Einfahren in eine Station oder in eine Bahnabzweigung durchlaufen muß, zu ertheilen hat, absolut nicht eher gegeben werden kann, bis auch die letzte der betreffenden Ausweichungen ihre richtige Stellung erhalten hat.

Die Manipulationen dieser sämmtlichen zu einem Signale gehörigen Weichen, oder auch der Weichen mehrerer solcher Systeme, geschieht von einem Punkte aus durch einen oder mehrere Männer, welche 20, 30, 50, ja weit über 100 Weichen zu bedienen haben und auf deren Schultern die gesammte Verantwortlichkeit allein liegt, allerdings erleichtert durch die Unfehlbarkeit des Apparates, welcher Miß-

griffe, durch welche unmittelbar Gefahren erzeugt werden könnten, unmöglich macht. Diese Vorkehrungen haben durch eine lange Reihe von sich immer mehr ausgestaltenden Constructionen eine Form erhalten, die kaum noch eine Verbesserung wünschen läßt. Man darf behaupten, daß erst diese Vorkehrungen aus dem Bedürfnisse großer Betriebsentwickelungen hervorgegangen, die sichere Bewältigung sehr dichter Verkehre erst möglich gemacht haben, indem sie die zersplitterte Thätigkeit und Verantwortlichkeit zahlreicher Functionäre in einer Hand concentriren und den Irrthum durch die Unfehlbarkeit der mechanischen Vorrichtung ausschlossen. Der immensen Wirksamkeit derselben ist auch ihre Verbreitung conform gewesen.

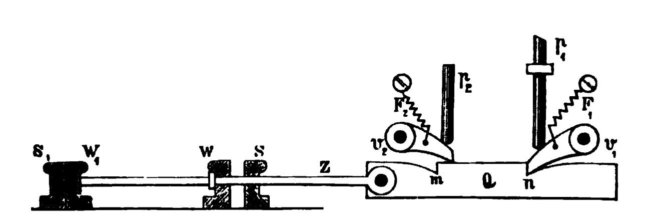
Obwohl nun die Weichenstellwerke sich von den anderen Sicherungsvorkehrungen, insbesondere gewissen Signaleinrichtungen nicht gut trennen lassen, erfordert es gleichwohl der Gegenstand, daß erstere, vorläufig nur übersichtlich mit der letzterwähnten Einrichtung im Zusammenhang behandelt, hier des weiteren erörtert werden. Zunächst ist hervorzuheben, daß Bahnabzweigungen und Bahnhofseinfahrten durch fernwirkende Signale gedeckt werden müssen, welche die Aufgabe haben, dem heranfahrenden Zug die Fahrt zu verbieten, so lange sein Weg zur Befahrung nicht gänzlich frei ist. Solche Signale (es sind die Distanzsignale) sollen, sofern sie dazu bestimmt sind, mit Weichen versehene Bahnstellen zu decken, mit diesen in unmittelbarer Wechselwirkung stehen; es müssen nämlich, so lange die sämmtlichen in Betracht kommenden Weichen nicht richtig stehen, die betreffenden Signale die Fahrt verbieten, und umgekehrt, wenn mit dem Signale die Fahrt erlaubt ist, müssen die Weichen vorher in die richtige Lage gebracht sein. Damit war erreicht, erstens, daß die einzelnen Theile der zu befahrenden Weichen gehörig lagern, d. h. daß die mechanische Einrichtung in Ordnung ist und insbesondere die Spitzschienen an der Stockschiene anliegen, damit nicht ein Aufsteigen oder Durchfallen der Fahrzeuge, also eine Entgleisung herbeigeführt werde; zweitens wird die Weiche für den richtigen Schienenweg gestellt, damit der Zug nicht etwa in eine falsche oder gar »feindliche«, d. i. von Gegenzügen oder sonstigen Hindernissen belegte Fahrstraße gelenkt werde.

Außer dem Distanzsignal wird auch das Blocksystem für die Central-Weichenstellwerke ausgenützt. Es ist daher nothwendig über die erstere einige (unserer späteren ausführlichen Mittheilungen vorausgreifende) Erläuterungen zu geben. Aus der Erstreckung des Deckungssignalsystems von einzelnen Gefahrspunkten auf die ganze Bahnstrecke, entwickelte sich ein fundamentaler Fortschritt in der Sicherung der Betriebsmanipulationen: Die Einführung des Raumsystems an Stelle des Zeitsystems, d. h. die Trennung der Züge auf einer Bahn in ihrer Aufeinanderfolge nach Raumdistanzen anstatt nach Zeitintervallen. Das Raumsystem hat seinen vollkommensten physischen Ausdruck im sogenannten Block- (Absperr-) Signalsystem gefunden. Dieses vollkommenste, ja eigentlich allein im Princip und Ausübung gleich gesunde Signalsystem beruht auf der Idee, daß die ganze Bahn in permanent abgesperrte Strecken getheilt wird, und daß unbedingt kein Zug den Anfang einer

solchen überschreiten darf, ehe nicht vom Ende derselben her nach jenem Anfange hin durch ein elektrisches Signal gemeldet ist, daß der vorhergehende Zug das Ende passirt hat.

Das Central-Weichensystem ist englischen Ursprungs und führt hier den Namen »Interlocking-Apparatus«. Es war die Folge der ungeheuren Verkehrssteigerung, welche das Bedürfniß nach solchen Einrichtungen geltend machte. Bald hierauf kam es in Frankreich, Belgien, Deutschland, in der Schweiz, in jüngster Zeit in Oesterreich-Ungarn in Aufnahme. Die Central-Weichenanlagen weisen zwei Formen auf: entweder geschieht die Stellung der Weichen und jener der respectiven Distanzsignale auf getrennten Punkten oder auf einem gemeinsamen Stellorte. Im ersteren Falle können die Umstellungen mit den gewöhnlichen mechanischen oder elektrischen Hilfsmitteln durchgeführt sein, die gegenseitige Abhängigkeit wird aber unter diesen Umständen, sobald es sich um größere Entfernungen handelt, nur im elektrischen Wege leicht durchgeführt werden können.

Ohne auf die organische Verbindung des Central-Weichenstellwerkes mit der Blockeinrichtung hier näher einzugehen, wollen wir nun die mancherlei Einrichtungen der ersteren vornehmen. Das auf dem europäischen Continente verbreitetste System ist jenes von Siemens und Halske.

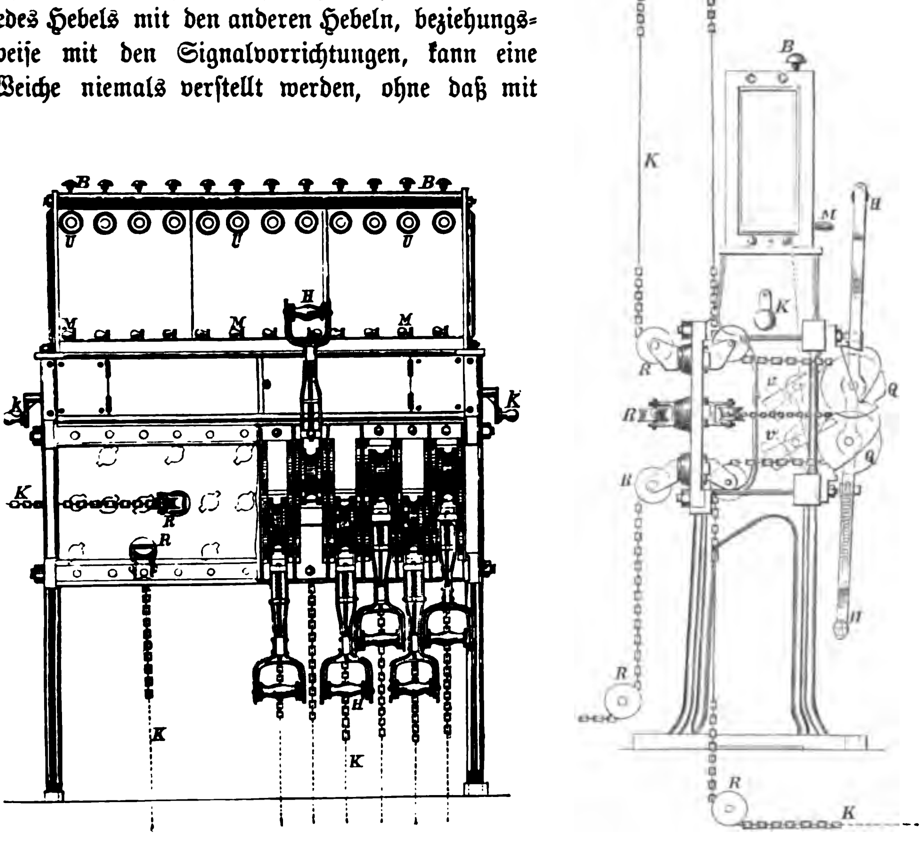


Central-Weichenstellwerk System Siemens & Halske.

Mit den Weichenzungen $W W_1$ (in vorstehender Figur) ist durch die Stange Z ein Riegel Q verbunden, welcher mit einem Inductor in einem Kästchen seitwärts untergebracht ist. Der Riegel hat zwei Einschnitte (m n), in welche die Sperrkegel v_1 oder v_2 vermöge des durch die Stangen p_1 oder p_2 auf sie ausgeübten Druckes einschnappen. Ist dies geschehen, so können Wechselströme nach dem Bureau-Blockapparat gesendet werden, wo sie die Weichenstellung durch rothe beziehungsweise weiße Felder anzeigen.

Die Sperrung der Weiche allein genügt jedoch nicht zur Sicherung starker Verkehre, denn in Stationen mit vielen Weichen, von welchen einige in die Hauptgeleise münden, müssen behufs sicherer Ein- und Ausfahrt der Züge alle in Frage kommenden Wechsel derart stehen, daß keine unrichtigen Geleise befahren werden. Daraus folgert, daß es sich nicht um die Lage einer einzigen Weiche, sondern um Gruppen von Weichen im Zuge einer bestimmten Weichenstraße handelt, wozu eine verläßliche Controle nothwendig ist. Dies wird dadurch erreicht, daß man die Stellvorrichtungen aller wichtigen Weichen mit langen, auf Rollen in kleinen abgedeckten Canälen sich bewegenden Stangen (Röhren) und mit Winkelhebeln nach einer Stelle zusammenführt, von wo aus — wie mehrfach erwähnt — die Bedienung aller dieser Weichen stattfindet.

Am Stellorte befindet sich ein speciell diesem Zwecke dienendes Gebäude, der sogenannte **Weichenthurm**. Je nach Maßgabe der Ausdehnung des Bahnhofsraumes und der damit erschwerten Uebersicht ist der Weichenthurm mehr oder minder hoch. Er enthält ein nach allen Seiten freien Ausblick gewährendes Zimmer, in welchem die Stangen- und Winkelleitungen zusammenlaufen. Jede Weiche hat ihren Hebel und jeder der letzteren eine deutliche Bezeichnung der zugehörigen Weiche. Durch mechanische Verbindung jedes Hebels mit den anderen Hebeln, beziehungsweise mit den Signalvorrichtungen, kann eine Weiche niemals verstellt werden, ohne daß mit



Central-Weichenstellwerk System Siemens & Halske.

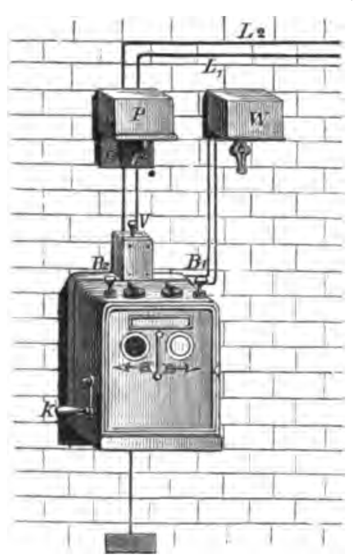
Vorderansicht. Seitenansicht.

ihr correspondirend zugleich andere Weichen verstellt, beziehungsweise die entsprechenden Signale gegeben würden.

Die beigefügten Abbildungen veranschaulichen den im Weichenthurme untergebrachten Hebelmechanismus. Das Stellen und Verriegeln der Weichen geschieht vermittelst der Handhebel H und der damit verbundenen Ketten beziehungsweise Drahtzüge. Jedem Hebel entspricht ein oberhalb desselben angebrachtes Signal-

fenster und ein Blockirtaster. Die Controle der Weichenstellung und die Erlaubniß zur Aenderung der Stellung seitens des Controlwächters geschieht durch den Beamten im Dispositionsbureau. Der den Controlapparat bedienende Mann kann einen nach abwärts hängenden Hebel (H) aus der Haltstellung nur dann in die senkrecht aufwärts stehende Position bringen, wenn in Bezug auf die beabsichtigte Fahrtbewegung alle Riegelhebel die richtige Lage haben; aber selbst in diesem Falle kann er die Umdrehung erst dann bewirken, wenn ihm dies vom Bureau aus möglich gemacht wird.

Vergegenwärtigen wir uns nun den ganzen Zusammenhang des Vorganges. Stünde beispielsweise die Weiche wie die Figur auf S. 220 zeigt, und ginge von dem Apparatsatze der Stange p_1 die Leitung L_1 zu dem nebenstehend dargestellten Apparate der Dispositionsstelle, so ist, nachdem der Weichenwächter die Stromabgabe bewerkstelligt hat, sein v_1 und p_1 festgehalten, wogegen am Dispositionsorte B_1 frei ist und das betreffende Fensterchen das rothe Feld zeigt. Man sagt in diesem Falle »Die Weiche ist blockirt.« Die Dispositionsstelle kann sie wieder frei machen, wenn dort B_1 niedergedrückt und die Inductionskurbel K gedreht wird. Beim Weichenapparat hebt sich, da die Feder F_1 wirksam wird, die Stange p_1 in die Höhe und v_1 tritt aus n heraus, worauf Q nicht mehr festgehalten, die Weiche also beliebig verstellbar wird. Soll aber im Falle der Ein- oder Ausfahrt eines Zuges die Weiche so gestellt werden, daß ihre Zunge W an die Stockschiene S zu liegen kommt, und soll gleichzeitig der Weichenschluß verriegelt werden, so drückt der Weichenwächter seinen Blocktaster B_2 nieder, wodurch er p_2 herab und v_2 in m hineinschiebt. Der Schnapper h_2 stellt sich vor p_2, v_2 wird festgehalten. Die Weiche ist »blockirt«. Durch die Wechselströme, die der Wächter gleichzeitig durch Drehung der Kurbel des Inductors in die Linie H_2 entsendet, deblockirt er am Apparate der Dispositionsstelle den Taster B_2, und macht das betreffende Fensterchen roth.



Dispositionsstelle des Central-Weichenstellwerkes.

Die angefügte Abbildung veranschaulicht die Central-Weichenanlage eines Bahnhofes von mittlerer Ausdehnung. Im ersten Stockwerke des vierstöckigen Weichenthurmes W ist der Apparat untergebracht, mit dessen Hilfe die Weichen a, b, c, d, e nur derart gestellt werden können, daß »erlaubte Fahrt« erst dann signalisirt werden kann, wenn die in der zu öffnenden Fahrlinie liegenden Weichen richtig gestellt und in dieser Stellung fixirt sind, nebstdem aber auch diese Fahrstraße allseitig durch Deckungssignale gesichert ist. Ein elektrischer Blockapparat

im Weichenthurme dient zum verschließen der Signalhebel nach der Rückstellung in die Normalstellung (Halt). Hiermit in Verbindung zeigt ein sogenannter Avertirungsapparat dem Wächter die Freigabe eines Hebels optisch in einem Fensterchen hinter dem in Frage kommenden Hebel und akustisch durch Ertönen eines Läutewerkes an.



Central-Weichenanlage eines großen Bahnhofes.

Im Inspectionszimmer, wohin die Drahtleitungen l und l' vom Weichenthurm aus führen, befindet sich ein zur Freigabe der Signalhebel im Weichenthurm dienender Deblockirungsapparat. Ein elektrischer Controlapparat (wir kommen auf diese Einrichtung weiter unten eingehender zu sprechen) in obenerwähntem Bureau dient dazu, die jeweilige Stellung des Signalarmes (a) controliren zu können, was durch eine Contactvorrichtung erzielt wird. Das Mastsignal m (in diesem speciellen Falle nur der Ausfahrt dienend) mit dem Arm a giebt die Fahrt frei oder verweigert sie, je nachdem der Arm entweder 45° nach aufwärts gerichtet oder horizontal gestellt ist. Die Scheibe L, für Nebengeleise geltend, dient Locomotivfahrten, Scheibe R Rangirzwecken.

Der Vorgang bei der Weichenstellung ist nun der Folgende. Soll die Ein- oder Ausfahrt eines Zuges vorsichgehen und es obwaltet dagegen kein Hinderniß, so bewegt der Beamte am Blockirungsapparate im Inspectionszimmer denjenigen Hebel aufwärts, welcher dem Einfahrts- beziehungsweise Ausfahrtssignal für den betreffenden Zug auf einer bestimmten Fahrstraße entspricht. Hierdurch wird das Signal m noch nicht auf »Frei« gestellt; dies geschieht erst durch den Wärter im Weichenthurm. Durch die vom Beamten vorgenommene Manipulation wurde nämlich der Wärter optisch und akustisch vorläufig darauf aufmerksam gemacht, daß das bezeichnete Signal deblockirt ist, und gilt dies als Auftrag, den in Frage kommenden Signalhebel umzulegen. Nun ist aber dieses »Frei-Fahrt-Stellen« mittelst des Armes a dem Wächter mechanisch unmöglich gemacht, bevor er nicht alle jene Weichenhebel umgelegt hat, welche auf dem Schilde des Signalhebels verzeichnet sind. Hat alsdann der Wärter den Signalarm a in die Stellung »Erlaubte Fahrt« gebracht, so erscheint im Inspectionsbureau gleichzeitig am Controlapparat in Folge des elektrischen Contactes statt der rothen Scheibe in dem betreffenden Fensterchen die weiße.

Nach Passirung des Zuges wird sogleich wieder die als normal geltende Signalstellung »Verbotene Fahrt« bewirkt und werden alsdann die Weichenhebel in die ursprüngliche Stellung zurückgelegt. Eine Irrung bei dem vorbeschriebenen Vorgange kann insoferne eintreten, als der durchfahrende Zug auf ein mit Fahrbetriebsmitteln besetztes Geleise geleitet werden könnte, was indes der Wächter im Weichenthurm, der die ganze Geleisanlage überschaut, ohne weiteres verhüten kann.

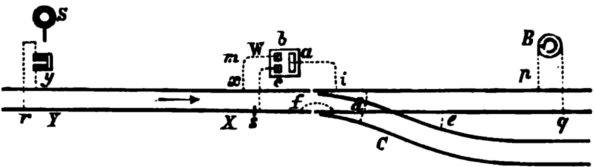
Außer der im Vorstehenden erläuternden Central-Weichenvorrichtung giebt es noch eine ganze Reihe anderer Systeme, von welchen wir der Vollständigkeit halber einige kurz auseinandersetzen wollen. Die Figur auf S. 225 veranschaulicht die Anordnung, wie sie der Amerikaner Gassett getroffen hat, und bei welcher das automatische Blocksystem für die Interlockinganlage ausgenützt ist. S ist das Distanzsignal der isolirten Streckensection X Y, welche bei q endet. Bei den durch die Weiche bedingten Unterbrechungspunkten werden die einzelnen Weichentheile durch die Drähte c s und b x und durch Vermittlung eines Linienwechsels W mit den Hauptsträngen des Geleises verbunden. Die beweglichen Weichenzungen sind gegeneinander und die übrigen Theile durch passende Zwischenlagen (z. B. aus hartem Holz) isolirt. Der in einem wasserdichten Gehäuse verschlossene, neben dem Weichenbocke auf dem Weichenroste gut befestigte Linienwechsel (siehe die zweite Figur) besteht aus einer isolirten Platte G aus Hartgummi (o. dgl.), in welche drei metallene Contactplatten a, b und c eingesetzt sind, von welchen jede mit dem Geleise mittelst Drähten in leitende Verbindung gebracht ist. Oberhalb der drei Contactplatten a, b, c liegt der auf der Achse A A drehbare Hebel H H, welcher die mehrfach geschlitzten, durch Kautschukzwischenlagen gegen A A beziehungsweise H H isolirten Contactfedern m und n trägt. Je nach der Lage des Hebels H H werden entweder die Federn m m auf den Contactplatten a und b aufliegen, wodurch a



Inneres des Salonwagens der Kaiserin Friedrich.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz.)

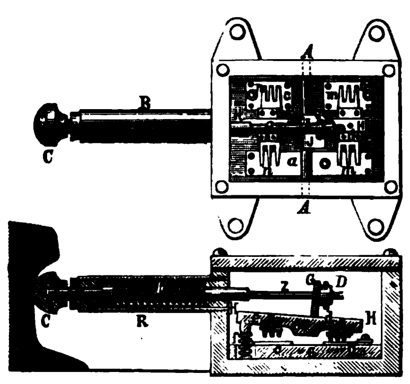
und b in metallische Verbindung tritt, wogegen c isolirt bleibt; oder n n wird mit a und c metallisch verbunden, in welchem Falle a isolirt bleibt.

Diese zwei Stellungen des Linienwechsels werden durch die Spitzschiene der Weiche bewirkt, indem diese bei der Weichenlage auf die »Gerade« den Knopf C in das Rohr R hineindrückt, wodurch die kleine, aber kräftige Spiralfeder f den Hebel H H in die dargestellte Lage, bei welcher b und a durch m m in Verbindung kommen, bringen und dieselbe festhalten kann. Steht die Weiche auf »Ausweiche«, so kann die in der Röhre R auf die Zugstange Z wirkende stärkere Spiralfeder F die Stange Z hinausschieben, wobei der an Z festsitzende Ring D den von H H emporstehenden Hebel G mitnimmt und, den Einfluß der Feder F aufhebend, H H so weit dreht, daß sich die Federn n n auf c und a legen und diese metallisch verbinden.



Central-Weichenanlage System Gassett.

Steht nun die Weiche auf die »Gerade«, so wird die Batterie B ihren Strom von p über i, a, b, x, y durch den Elektromagnet des Signals S weiter über r, Y, X, f, d wirken lassen können und wird S auf »Frei« zeigen, vorausgesetzt, daß sich zwischen S und B nicht etwa ein Zug befindet, der B kurz schließt. Jeder einfahrende Zug deckt sich also sofort, wenn er das Signal S passirt und demselben den Strom entzieht. Das Signal S stellt sich aber immer auf »Halt«, wenn die Weiche auf »Ausweiche« gestellt wird, weil dann zwischen a und b eine Unterbrechung eintritt. Wenn ein Stück des Schienenstranges C der Ausweiche isolirt ist, so kann mit Hilfe der Verbindungsdrähte e und d nebenher erzielt werden, daß jeder auf der Ausweiche befindliche Zug, wenn er nicht genügend vom Geleisdelta entfernt steht, und somit den Verkehr auf dem Hauptgeleise gefährden würde, die Batterie gleichfalls in kurzen Schluß bringt und S auf »Halt« stellt. Aehnlich, nur verwickelter, sind die Fälle mit mehreren Weichen und mehreren Distanzsignalen (vgl. Kohlfürst, »Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen ꝛc.«).

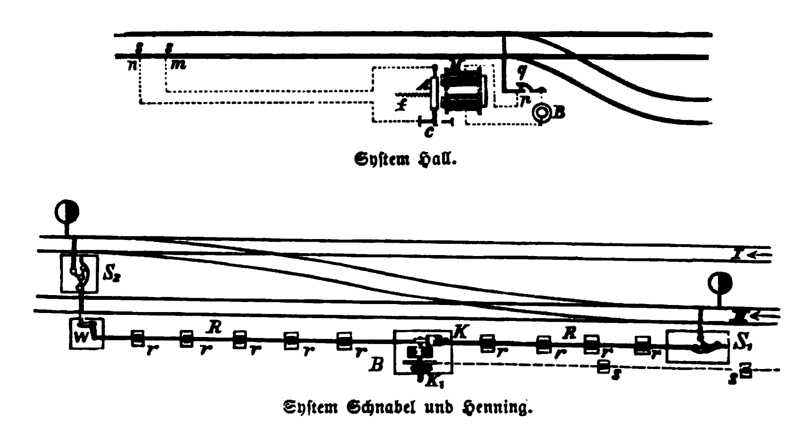


(Detail zu obenstehender Figur.)

Auf amerikanischen Bahnen ist vielfach das System Hall in Anwendung gekommen. Bei diesem befindet sich am Weichenbocke eine Contactvorrichtung, welche den Stromschluß einer Batterie B (Seite 226) über den Elektromagnet M in dem Falle herstellt, wenn die Weiche auf »Ausweiche« gestellt ist. Es wird alsdann der Anker A angezogen und vom Contacte C abgehoben, wodurch in der von C und A bei m

und n zu den isolirten Schienen s s geführte Leitung eine zweite Unterbrechungsstelle kommt und der im Zuge untergebrachte Signalapparat sofort ausgelöst wird. Mit anderen Worten, der Zug erhält das Haltesignal, sobald die vorne an der Locomotive angebrachte metallische Contactbürste über die Unterbrechungsstelle bei s s gelangt.

Eine andere, von Schnabel und Henning herrührende Anordnung ist die folgende. Am Stellbocke wird mit Hilfe eines Hebels (K) das in Frage kommende Weichenpaar unter Vermittlung eines auf Rollen (r) gelagerten Rohrgestänges (R) und der sogenannten Spitzenverschlüsse (S_1, S_2) gleichzeitig gestellt. Ein zweiter Hebel (K_1) dient zum Stellen der beiden Distanzsignale, was mit Hilfe doppelter Drahtzugleitungen, deren Enden über ein Rad am Weichenbocke laufen, geschieht. Steht der Hebel senkrecht, so befinden sich die beiden Distanzsignale in der Haltlage; ist der Hebel um 90° nach vorwärts umgelegt, so steht das eine Signal



System Hall.

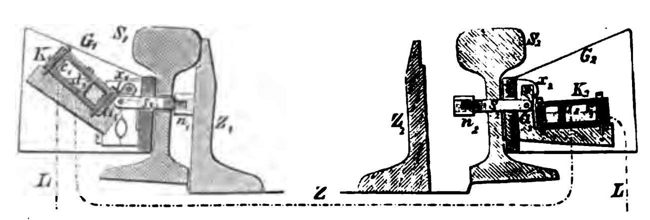
System Schnabel und Henning.

auf »Frei«, wogegen das andere auf »Halt« bleibt. Ist K_1 endlich um 90° nach rückwärts umgelegt, so steht das eine Distanzsignal auf »Frei« und das andere bleibt auf »Halt«; es können sonach niemals beide Signale gleichzeitig auf »Frei« gebracht werden.

Wir haben den vorstehenden Systemen deshalb Raum gegeben, weil deren Einrichtung klar und einfach, dem Verständnisse des Nichtfachmannes sonach angepaßt ist. Daneben giebt es aber zahlreiche, zum Theil sehr complicirte Systeme, mit Hinzuziehung verschiedener anderer Vorrichtungen, welche derartige Constructionen zu streng fachmännischen Materien gestalten, in diesem Buche also nicht am Platze sind. Zu den mit den Weichenstellwerken in Zusammenhang gebrachten Vorrichtungen gehören beispielsweise die sinnreichen sogenannten Zustimmungscontacte und die sehr wichtigen Weichen-Controlapparate. Erstere helfen dem Uebelstande ab, daß der verantwortliche Betriebsbeamte vielfach durch wichtige Obliegenheiten außerhalb des Bureaus, in welchem die Stationsapparate zu den Signalverschlüssen untergebracht sind, sich befindet. Wenn nun auch diese seitens

des Betriebsbeamten dem Telegraphenbeamten zur Handhabung überwiesen werden, erfordert es gleichwohl die verantwortliche Stellung des ersteren, daß er auch außerhalb des Apparatenlocales jederzeit in die Lage versetzt ist, die nothwendigen Dispositionen zu treffen. Zu diesem Zwecke dient der »Zustimmungscontact«, ein kleiner Apparat, welcher für den Stationsbeamten in leicht erreichbarer Nähe aufgestellt ist, und mittelst welchem die Freigabe einer Fahrstraße ausschließlich dem Befehle beziehungsweise der Zustimmung des genannten Beamten vorbehalten bleibt. Auf die Construction solcher Apparate können wir hier nicht eingehen.

Dagegen ist es von allgemeinem Interesse, von den sogenannten Weichen-Controlapparaten Kenntniß zu nehmen. Dieselben beruhen auf dem Principe aller Controlapparate, nämlich auf der Möglichkeit, über den Vollzug einer an entfernter Stelle auszuführenden Weisung, oder über den jeweiligen Stand einer Einrichtung genaue Rechenschaft zu gewinnen, ohne gerade an Ort und Stelle anwesend zu sein. Was nun speciell die Weichencontrole anbelangt, haben die hier einschlägigen, seinerzeit sehr gepflegten Vorrichtungen allerdings durch die weitgehendste Einführung der centralisirten Stellwerke an Werth verloren. Dagegen finden wieder aus dem gleichen Grunde jene Formen eine um so häufigere Anwendung, bei welchen sich die Controle auf das richtige Anliegen der Weichenzunge oder auf das sogenannte »Aufschneiden« der Weichen erstreckt. Bezüglich des richtigen Zusammenschlusses der Weichenzunge mit der Stockschiene ist zunächst einer älteren Anordnung von Lartigue zu gedenken. Bei derselben kommen Quecksilbercontacte in Verwendung. Sie bestehen in kleinen, mittelst Schrauben an der Außenseite der Stockschienen befestigten Kästchen (K), welche sich um eine Achse (x) senkrecht drehen lassen und durch eine senkrechte Scheidewand in zwei ungleich große Räume getheilt sind. Ein mit einem regulirbaren Kopf (n) versehener Stift (s) ist durch eine Achse (a) mit der Kästchenwand verbunden. Wie die Weiche gestellt, drückt die Weichenzunge (Z_1) gegen die Stockschiene (S_1), so wird erstere, auf den Kopf (n_1) des betreffenden Kästchens drückend, das Quecksilbergefäß (K_1) in die geneigte Lage heben, wodurch aus dem größeren Abschnitte das Quecksilber in den kleineren abfließt und der bestandene Contact zwischen den Anschlüssen (c_1 d_1) der Centralleitung aufhört. Steht die Weichenzunge (Z_2) von der Stockschiene (S_2) ab, so fällt das Kästchen (K_2) in die horizontale Lage, das Quecksilber gleicht sich in beiden Räumen des ersteren aus und die Linienanschlüsse (c d) treten in metallische Verbindung.

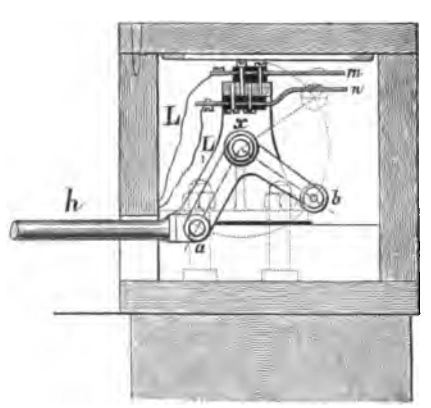


Quecksilbercontact von Lartigue.

Werden für eine Weiche zwei getrennte Controllinien und Apparate mit diesen Contactvorrichtungen verbunden, so wird damit gleichzeitig die Stellung der

Weiche und das richtige Anliegen der Weichenzunge controlirt. Es können aber auch die Contactvorrichtungen mehrerer Weichen (einer ganzen Weichenstraße) in eine Controllinie gelegt werden, wodurch man auf Grund einer correcten Zeichengebung des Controlapparates die Versicherung erlangt, daß alle für die fragliche Einfahrt maßgebenden Weichen die richtige Lage haben und vollkommen schließen.

Von den verschiedenen sinnreichen Vorrichtungen für die Weichencontrole wollen wir hier (nach Kohlfürst »Fortentwickelung der elektrischen Eisenbahneinrichtungen«) zwei des näheren erläutern. Die eine dieser Anordnungen ist die nebenstehend abgebildete von Politzer. Die Stange h ist mit dem Weichengestänge steif verbunden und hängt mittelst eines Gelenkes a an dem in einem gußeisernen Ständer gelagerten Winkelhebel a x b. Am Obertheil des Lagerständers sind die zwei parallel liegenden Contactfedern m und n isolirt befestigt und mit den Centralleitungsenden L und L_1 in leitende Verbindung gebracht. Bei der dargestellten Lage, bei welcher der zugehörige Wechsel etwa auf »Ausweiche« steht, ist ersichtlichermaßen die Controllinie unterbrochen; wird jedoch die Weiche umgelegt, so gelangt der Winkelhebel a x b in die mit punktirten Linien dargestellte Lage, wobei ein auf b angebrachter Rollenzapfen die Feder n nach aufwärts drückt und dadurch den Stromweg von L L_1 schließt. Der eingeschaltete Controlwecker (oder sonstige Controlapparat) wird nunmehr die Lage der Weiche auf die »Gerade« kennzeichnen.

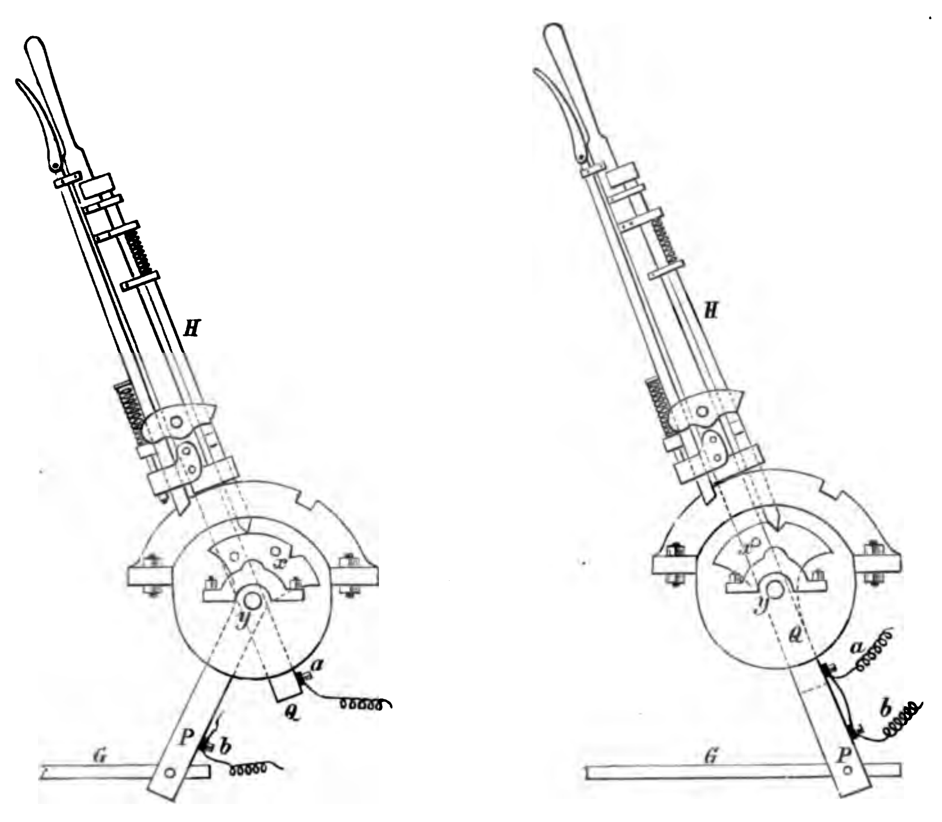


Vorrichtung für Weichencontrole nach Politzer.

Die zweite vorerwähnte Vorrichtung ist der in den Stationen der Gotthardbahn angewendete Weichencontact. Die Hebel H des Centralstellwerkes bestehen aus zwei Theilen P und Q, die auf der Achse y sich drehen und so lange einen einzigen steifen Arm bilden, als der Stift x sie fest verbindet. Unter normalen Verhältnissen hat also der Weichenhebel die in nebenstehender Figur veranschaulichte Anordnung. Der ganze zweiarmige Hebel dreht sich auf der Achse P und schiebt beim Umstellen das Weichengestänge (G) nach vorwärts beziehungsweise rückwärts. Würde bei der dargestellten Lage des Weichenhebels die Weiche von rückwärts aufgeschnitten, so zöge der Spitzenverschluß das Gestänge kräftig an, wodurch der Stift x abgesperrt würde, weil der Hebel, durch einen Fallriegel festgehalten, nicht nachgiebt.

Die Folge ist, daß die beiden Theile P und Q von einander getrennt und eine Stellung annehmen werden, wie sie in der ersten Figur dargestellt ist. Damit nun ein solches dem Wärter im Weichenthurme sofort zur Kenntniß gelange, sind in dem ersteren ein kräftiger Relaiswecker und eine Batterie aufgestellt. Die

Relaisanschlüsse des Weckers sind mit der Batterie im Ruhestrom geschaltet und die betreffende Leitung ist über sämmtliche vorhandene Weichenhebel derart geführt, daß an jedem Weichenhebel an zwei Stellen, nämlich bei a an dem Hebeltheil Q, bei b an dem Hebeltheil P ein Stück des isolirten Drahtes festgeschraubt wird. Wird eine Weiche von rückwärts aufgeschnitten, so zerreißt in Folge der Trennung der beiden Hebelarme das Leitungsstück a b; die hierdurch entstehende Unterbrechung



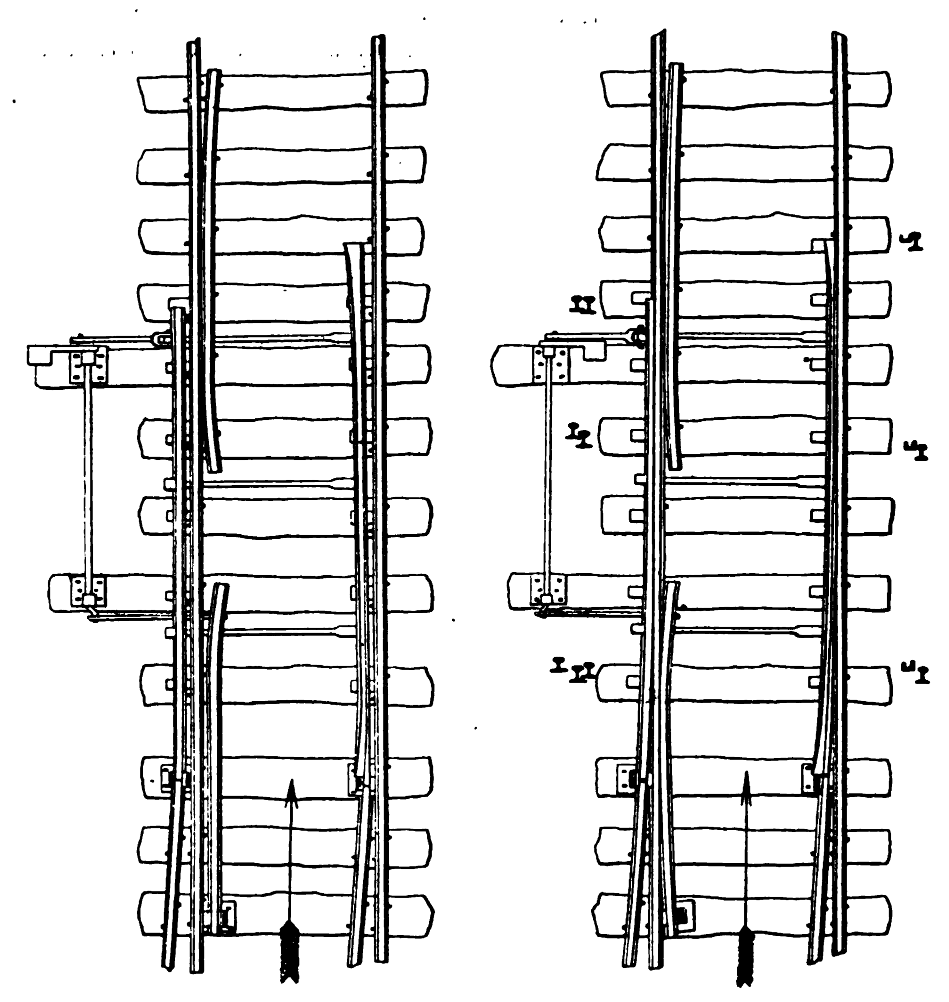
Weichencontact der Gotthardbahn, I. Weichencontact der Gotthardbahn, II.

bringt den Selbstunterbrecher in kurzen Schluß, der Wecker läutet. Damit das Läuten nicht bis zur vollständigen Behebung der Unordnung fortdauert, ist eine Einrichtung getroffen, welche das erstere abstellt.

Eine eigenthümliche Vorrichtung, welche aber mit den centralisirten Stellwerken nichts zu schaffen hat, ist die Sicherheitsweiche des Amerikaners Wharton. Die Aufgabe, welche sich dieser stellte, war die, ohne Unterbrechung des Hauptgeleises den Uebergang auf ein Nebengeleise zu ermöglichen und überdies eine Anordnung zu treffen, welche selbst für den Fall, daß ein Wechsel für das Nebengeleise gestellt wäre, einen gegen den Wechsel fahrenden Zug des Hauptgeleises

in die Lage zu setzen, den Wechsel selbst zu verstellen und unbehindert auf dem Hauptgeleise zu rollen.

Beide Ziele sind in einer Anordnung erreicht, welche untenstehend abgebildet ist. Aus den beiden Darstellungen ist zu ersehen, daß der Uebergang auf das Neben-

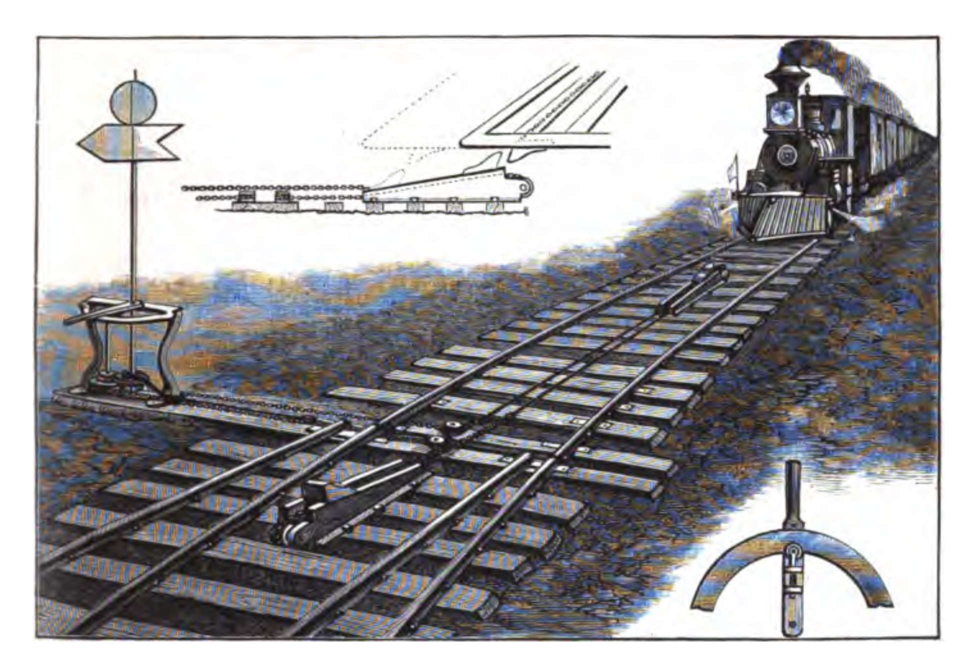


Wharton's Sicherheitsweiche

geleise dadurch bewirkt wird, daß durch Auflaufen auf die überhöhten Schienen des Nebengeleises die Räder um die Spurkranzhöhe gehoben und so deren Uebergang über die nicht unterbrochene Schiene des Hauptgeleises ermöglicht wird. Wenn die Weiche für das Nebengeleise gestellt ist, so verschiebt der auf dem Hauptgeleise gegen dieselbe fahrende Zug die hervorragende Gegenschiene, und damit gleichzeitig — ehe er dieselben belastet und dadurch schwer beweglich macht — die an die Schienen des

Hauptgeleises angelegt gewesenen, zum Nebengeleise führenden überhöhten Schienen. Da die Erhebung um die dem Spurkranze entsprechende Höhe auf einer geringen Länge erfolgt, erfahren die auf das Nebengeleise übergehenden Züge bei diesem Uebergange, insbesondere wenn derselbe mit größerer Fahrgeschwindigkeit erfolgt, Erschütterungen. Bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit ist dieser Uebelstand unbedenklich. Durch Herabminderung der Ueberhöhung und die Wahl längerer Schienen hat man eine bedeutende Verminderung der Erschütterung erzielt.

Auf amerikanischen Bahnen, wo — was freilich immer seltener wird — der überwundene Schleppwechsel sich noch erhalten hat, wurde durch eine eigen=



Adamson's Sicherheitsweiche.

artige Construction der Möglichkeit, daß ein Zug in eine verstellte Weiche gelange und dadurch unfehlbar entgleise, vorgebeugt. Diese Construction rührt von Robert Adamson her und ist derart eingerichtet, daß die falschgestellte Weiche durch den Zug automatisch eingestellt wird. Zu diesem Ende ist auf den Schwellen zu beiden Seiten der Weichenanschlußstelle eine aus zwei Führungen bestehende kleine schiefe Ebene festgebolzt, auf welcher ein Gleitkloß verschiebbar ist, gegen welchen die an= fahrende Locomotive mit einem zu diesem Zwecke unterhalb des Kuhfängers an= gebrachten Ansatz anstößt und dadurch den Gleitkloß auf seinen schrägen Führungen so weit abwärts schiebt, daß schließlich der Ansatz den Contact mit dem Gleitkloß verliert. Mit jedem der beiden Gleitklöße ist eine endlose in geeigneter Weise über Rollen geführte Kette verbunden, durch welche die Weichenziehvorrichtung in Be=

wegung gesetzt und die Weiche selbst entsprechend eingestellt wird. Zugleich bringt der über die letztere fahrende Zug dieselbe nach dem Passiren in die ursprüngliche Lage.

Auf den englischen Bahnen sind die Centralweichen- (und Sicherungs-) Anlagen ausschließlich nach dem System Saxby und Farmer durchgeführt und findet man dieselben sogar auf den kleinsten Stationen. Um den tadellosen Anschluß der Weichenzungen an die Stockschienen zu sichern, sind Weichenriegel vorhanden, welche derart eingerichtet sind, daß der Weichenhebel vom Wärter (Signalmann) nicht vollständig umgestellt werden kann, wenn die Zunge der betreffenden Weiche unvollkommen anschließt. . . . Um zu verhindern, daß in Folge Bruches einer Weichenverbindungsstange der Signalhebel sich entriegelt, ohne daß die Weiche in die richtige Lage sich stellt, haben Saxby und Farmer einen »The Duplex Detector« construirt und zur Ausführung gebracht. Dieser Apparat ermöglicht, daß der Wärter die Stellung der Weichen selbst dann nicht ändern kann, wenn der Zug das Signal passirt hat und dieses vom Wärter bereits auf »Gefahr« oder »Halt« gezogen ist.

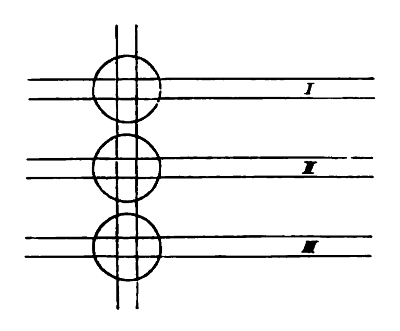
---

5. Drehscheiben und Schiebebühnen.

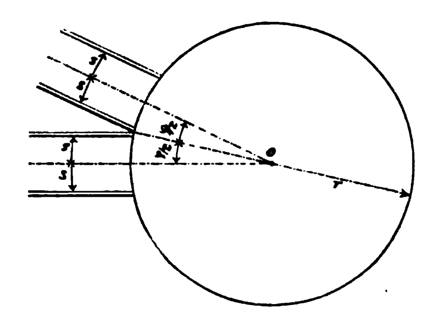
Zu den Vorrichtungen, welche die Bewegung der Fahrzeuge von einem Geleise auf das andere vermitteln, zählen nächst den Weichen noch zwei Constructionen, denen wir zum Schlusse einige Worte widmen wollen. Es sind dies die Drehscheiben und die Schiebebühnen. Von den Weichen unterscheiden sich diese Vorrichtungen principiell dadurch, daß erstens die Fahrzeuge den Geleiswechsel nicht fahrend bewirken, sondern auf entsprechend eingerichteten Tragbühnen bewegt werden, und daß zweitens nicht ganze Wagencolonnen, sondern nur einzelne Wagen, höchstens eine Locomotive mit ihrem Schlepptender den Geleiswechsel bewirken können. Nur ganz ausnahmsweise findet man z. B. in Nordamerika Constructionen dieser Art, welche es ermöglichen, nebst Locomotive und Tender auch etliche Wagen auf die Drehvorrichtung anfahren zu lassen.

Die Drehscheiben sind, wie schon ihr Name andeutet, in die Fahrgeleise eingeschaltete Constructionen, welche die Continuität derselben aufrecht erhalten, jedoch vermöge der scheibenförmigen Unterlage, welche sich mittelst eines entsprechenden, im übrigen sehr einfachen Mechanismus im Kreise drehen läßt, sich gegen das durchlaufende Geleise rechtwinkelig verstellen lassen. Durch Einlegen kurzer Geleisstücke zwischen die nebeneinander liegenden Geleise und Anordnung mehrerer Drehscheiben nach dieser Richtung, können die Fahrzeuge einzeln den Geleiswechsel vornehmen.

Der betreffende Wagen wird zunächst auf die vor ihm liegende Drehscheibe geschoben, hierauf diese so weit gedreht, daß das Geleisstück der Scheibe den Anschluß mit dem Transversalgeleise erhält, was durch Umlegen sogenannter Klinkhaken vor der Scheibe in Kerben des feststehenden Randes oder andere Vorrichtungen

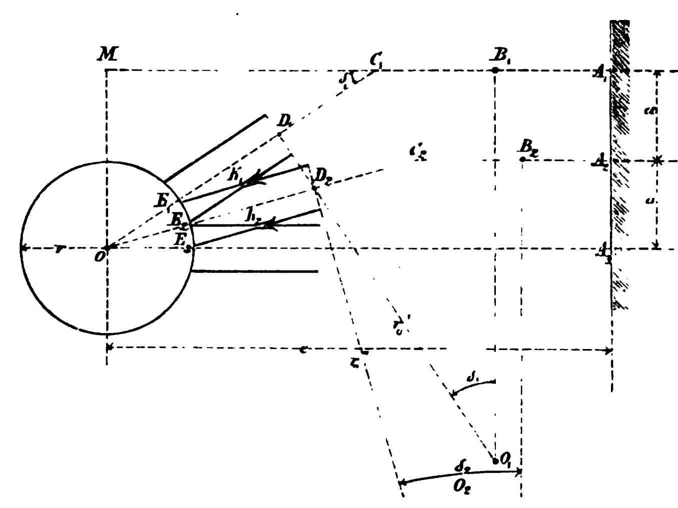


Gewöhnliche Anordnung der Drehscheiben.



Zusammenführung der Geleise auf eine Drehscheibe, I.

exact erreicht wird. Alsdann wird der Wagen über das Verbindungsgeleisestück auf die vorliegende nächste Drehscheibe des Nachbargeleises geschoben und diese um das erforderliche Maß behufs Erzielung des Schienenanschlusses gedreht. Die gewöhnliche Anordnung ist die, daß die Drehscheiben mit ihren Verbindungsgeleisen senkrecht auf den parallelen Hauptgeleisen stehen. Bei sehr enger Lage dieser letzteren zu einander wird der Abstand derselben im Verhältnisse zum Scheibendurchmesser zu klein, und das Drehscheibengeleise erhält dann eine schiefe oder zickzackförmige Anordnung.



Zusammenführung der Geleise auf eine Drehscheibe, II.

Außerdem ergeben sich aus Zweckmäßigkeitsgründen Fälle, in welchen nicht in jedes der miteinander zu verbindenden Geleise eine Scheibe eingelegt wird, sondern vielmehr sämmtliche gleichlaufenden Geleise auf eine einzige Drehscheibe zusammengeführt werden. Hierbei kann der Schienenanschluß entweder derart erfolgen, daß die Fahrgeleise hart bis an den Rand der Scheibe heranrücken, ohne sich gegenseitig zu durch-

schneiden (Fig. I), oder daß — bei einer größeren Zahl von Geleisen und Beschränktheit des Raumes — ein solches Durchschneiden stattfindet (Fig. II). Die Endstücke der Fahrgeleise müssen in diesem Falle immer gerade sein und geschieht die Ueberführung mit Hilfe von Kreisbogen von bestimmten Halbmessern ($r' o_1$, $r'' o_2$), welche ziemlich klein, etwa noch 130 Meter, angenommen werden dürfen, weil die Fahrgeleise nur langsam bewegt werden. Die Schnittpunkte der auf die Scheibe zulaufenden Geleise werden nach Art der Kreuzstücke bei Weichen construirt.

Bezüglich der Dimensionirung der Drehscheiben entscheidet ihre Bestimmung. Scheiben, welche zur Bewegung von Wagen (meist Güter- und Personenwagen mit kurzem Radstande) benützt werden, sind einfacher und leichter construirt als Locomotivdrehscheiben, welche mitunter eine bedeutende Last aufzunehmen haben. Sie erhalten demgemäß einen Durchmesser von 4·5 bis 5, beziehungsweise 7·5 bis 8 Meter, für Locomotiven mit Tender 12 Meter und darüber. Die tragenden Theile der Scheiben und der Bewegungsmechanismus sind in einer Vertiefung versenkt, welche man die »Grube« nennt. Erstere sind entweder gewöhnliche Eisenbahnschienen oder gewalzte Träger anderen Querschnittes, oder genietete Blechbalken. Die Hauptträger großer, für Locomotiven bestimmter Drehscheiben werden vielfach aus Stahl oder Flußeisen hergestellt.

Die Bewegung der Scheiben erfolgt um einen Mittelzapfen, welcher den größten Theil der Last auf sich nimmt. Da aber dieselbe auf die ganze Scheibe vertheilt wird, muß auch deren Rand eine Führung erhalten. Zu diesem Ende wird an der äußeren Peripherie der Grube eine ringförmige Bettung aufgemauert, als Lagerfläche für die Führungsrollen, deren Anordnung eine verschiedene ist. Es sitzen nämlich die Laufrollen entweder auf dem ringförmigen Fundament und die Scheibenwand gleitet darüber hinweg, oder die ersteren sind an den letzteren befestigt, so daß die Laufrollen sich über den Fundamentring bewegen. Eine specielle Anordnung ist die, daß die Rollen sich zwar ebenfalls auf einem unteren Laufkreise bewegen, ihre Achsen aber nicht mit der Scheibe verbunden sind, sondern gegen den Drehzapfen gerichtet, an einem besonderen Gestelle sitzen, welches das Lager des ersteren ringförmig umschließt und sich um diesen dreht, während die Scheibe über die Rollen gleitet. Das Zweckmäßige dieser Anordnung ist darin zu suchen, daß die Last der Scheibe nicht auf die Achsen, sondern die Umfänge der Rollen übertragen und deshalb die gleitende Reibung möglichst vermieden wird.... Eine eigenartige Anordnung der Unterstützung rührt von Weickum her, welcher an Stelle der Rollen gußeiserne Kugeln setzt, wobei das Steinfundament entfällt und die ganze Construction auf ein sorgfältig construirtes Schotterbett zu liegen kommt.

Kleine Drehscheiben werden entweder mit Bohlen, Gußplatten oder geriffeltem Eisenblech abgedeckt, während gußeiserne Scheiben ganz aus einem Stück hergestellt werden, wobei die Schienenstränge angegossen sind. Große Drehscheiben werden in der Regel nicht als solche, sondern als Drehbrücken construirt, indem die Grube

zur Seite derselben offen bleibt. Die Schienenstränge kommen auf zwei starken Hauptträgern zu ruhen, welche durch entsprechende Verspannungen und Verbände versteift sind. Zu beiden Seiten der Träger werden entsprechend breite Streifen, welche der Bedienungsmannschaft als Fußsteige dienen, abgedeckt. Will man die Grube nicht offen lassen, was seine Unzukömmlichkeiten hat, da sie bei Nachtzeit förmliche Fallen für das Betriebspersonal bilden, so bringt man an den Hauptträger Seitenträger an, welche sodann in herkömmlicher Weise abgedeckt werden.

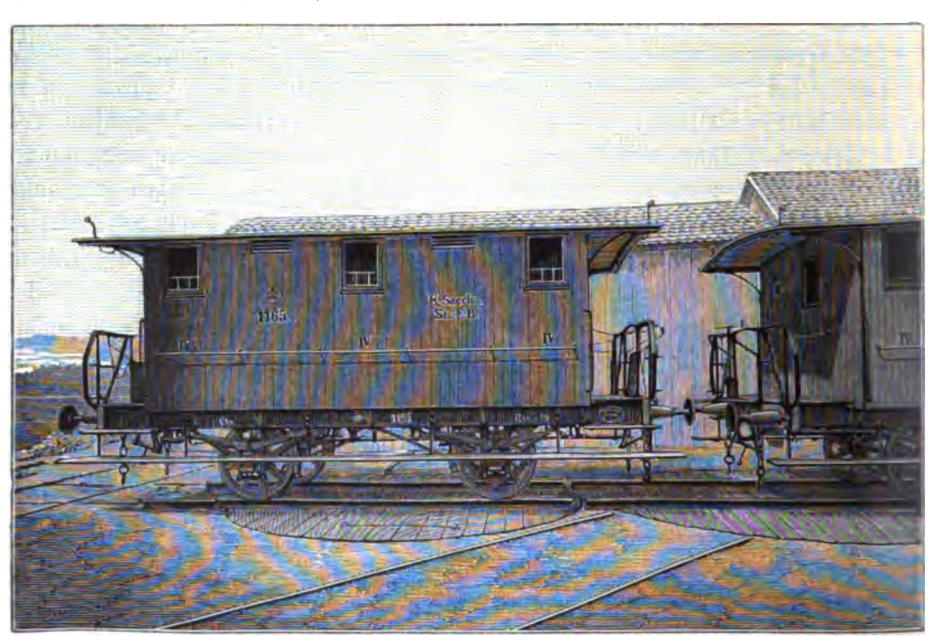
Auf den amerikanischen Eisenbahnstationen sind die Wagendrehscheiben wegen der durch die große Wagenlänge bedingten Kostspieligkeit nicht gebräuchlich, sondern nur solche für Locomotiven. Dagegen findet man erstere häufig in den großen Werkstättenanlagen, und zwar solche von außergewöhnlicher Größe. Die größte Drehscheibe der Welt liegt wohl in dem Reparaturschuppen für Güterwagen in der Werkstätte zu Altona. Sie hat den ungewöhnlich großen Durchmesser von 21·3 Meter und kann eine Rangirmaschine mit einem angehängten Wagen aufnehmen. Dadurch wird das Heranrollen und Wegbringen der Wagen sehr rasch und mit geringem Arbeitsaufwand besorgt. Im Uebrigen finden sich in Nordamerika noch vielfach Drehscheiben, welche ganz aus Holz hergestellt und in den seltensten Fällen abgedeckt sind. Von der berühmten Maschinenbauanstalt von W. Sellers in Philadelphia werden eiserne Drehscheiben von vorzüglicher Art hergestellt, welche sich einer wachsenden Verbreitung erfreuen.

So geringes Interesse die Drehscheiben von bautechnischem Standpunkte darbieten, erhalten sie gleichwohl eine nicht zu unterschätzende Bedeutung in betriebstechnischer Beziehung, indem sie ein ausgezeichnetes Geleisverbindungsmittel bilden und somit behufs Bewältigung eines außergewöhnlich starken Güterverkehres unbedingt nothwendig sind. Für durchgehende Geleise, in welchen die Drehscheiben als bewegliche Theile eine Gefährdung des Betriebes herbeiführen können, eignen sich dieselben nun freilich nicht. Um so höher steigt ihre Bedeutung in Rangirbahnhöfen, wo sie innerhalb einer räumlich umgrenzten Geleisanlage die kürzesten Verbindungen der einzelnen Geleise herstellen und somit eine rasche Bewältigung des Wagenverschubes gestatten.

Bekannt ist die nach dieser Richtung sehr weitgehende Anwendung der Drehscheiben auf englischen Güterbahnhöfen, wo sie mit einer Vorrichtung in Verbindung stehen, welche die Verschubmanipulationen ganz wesentlich erleichtert. Die Bewegung der Wagen erfolgt nämlich mittelst Winden (Captans), welche durch hydraulische Kraft bewegt werden. Die Captans, um welche ein Seil gewunden wird, bewegen sich in dem Augenblicke um ihre Achse, als der Arbeiter unmittelbar auf einen neben der Winde angebrachten Knopf tritt. Das eine Ende des Seiles, an welchem ein eiserner Hacken befestigt ist, wird an einer geeigneten Stelle in den Wagen eingehängt, zu welchem Zwecke letztere an den Ecken mit eisernen Ringen versehen sind. Der Zug des Seiles nach jeder Richtung hin erfolgt durch kleinere senkrechte Rollen, welche auf bestimmten Punkten neben den Geleisen vertheilt sind. Sobald

der Wagen auf der Drehscheibe sich befindet, wird er unterlegt, der Einlegehaken der Drehscheibe gehoben und nach erfolgter Drehung von dem beim Wagen stehenden Arbeiter wieder eingelegt. Die Bewegung der Drehscheiben erfolgt, sobald das Seil einen Winkel zu der Fahrtrichtung des Wagens bildet. Mit Hilfe des Captans können bis zu 15 leere Wagen auf einmal in einer Richtung bewegt werden.

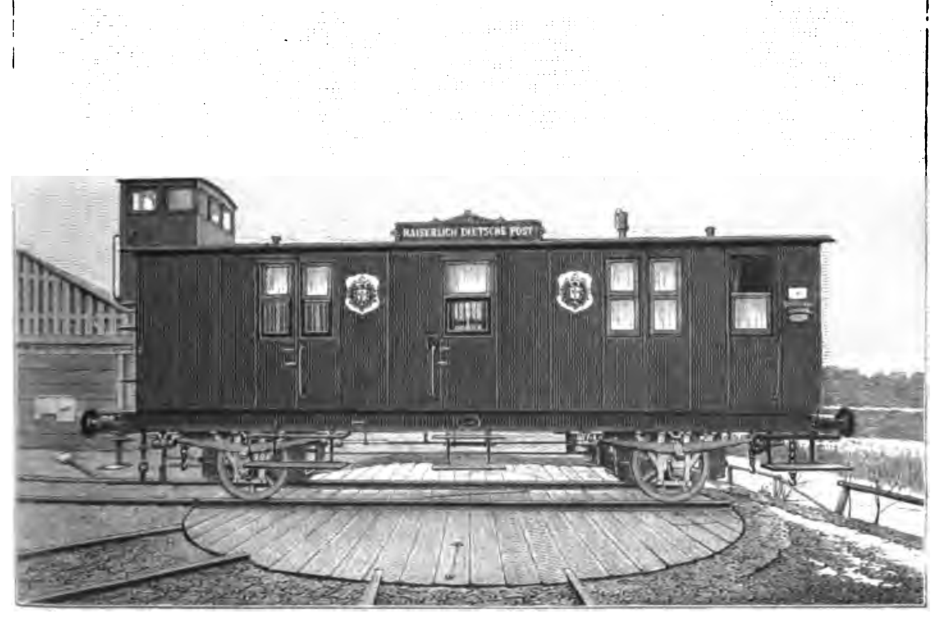
Außer dieser Einrichtung existirt auf den englischen Rangirbahnhöfen eine Gepflogenheit, welche von dem diesseitigen Rangirdienst insoferne abweicht, als das Heranholen der Wagen nicht mittelst Locomotiven, sondern durch Pferde besorgt



Kleine Drehscheibe; Durchmesser 4·5 Meter. (Nach einer Photographie.)

wird. Wo das Gefälle der Geleise es gestattet, laufen die Wagen ohne jede Nachhilfe durch die Weichenstraßen in die tiefer liegenden Geleisabschnitte und werden dort in dem für sie bestimmten Geleise durch Feststellung der Handbremsen angehalten beziehungsweise halten sich selbst durch Auflaufen auf die ersten festgestellten Wagen an. Auf jenen Rangirstationen, wo ein derartiges Gefällsverhältniß nicht vorhanden ist, werden die Wagen, wie erwähnt, mittelst Pferden angezogen und laufen dann erst allein weiter. Selbstverständlich entstehen dadurch erhebliche Rangirkosten, doch werden dieselben durch Ersparniß an Locomotivkraft und an Rangirmannschaft paralysirt, ganz abgesehen von der Erzielung einer größeren Sicherheit für das beim Rangiren beschäftigte Personal und von der Schnelligkeit der auszuführenden Manipulationen, namentlich dort, wo dieses System rein durchgeführt ist.

In ähnlicher Weise wie auf den englischen Güterbahnhöfen dienen auch auf den meisten französischen Anlagen dieser Art die Drehscheiben zur Handhabung eines raschen und rationellen Verschubdienstes. Zur Bewegung derselben bedient man sich zuweilen kleiner Tendermaschinen (System Brotherhood) sowie ziemlich allgemein der Winden, welche durch hydraulische Kraft angetrieben werden. Die vorerwähnten Tendermaschinen haben behufs Aufwickelung des Draht- oder Hanfseiles vorne eine Trommel. Die auf französischen Bahnhöfen beim Verschieben in Verwendung stehenden Pferde werden stets im gleichen Rayon des Bahnhofes verwendet und wird deren Führung stets demselben Kutscher anvertraut,



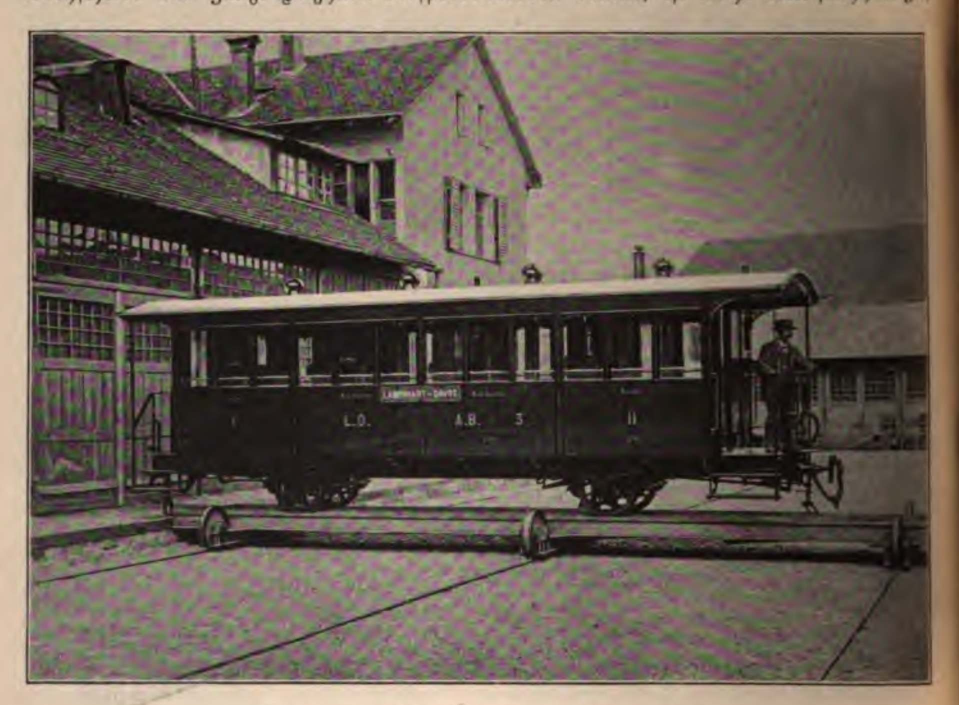
Große Drehscheibe mit radial zugeführten Fahrgeleisen; Durchmesser 8 Meter. (Nach einer Photographie.)

woraus sich die außerordentliche Dressur dieser Thiere erklärt. Ein Pferd bewegt durchschnittlich bei zwölfstündiger Dienstleistung 100 Wagen pro Tag.

Im Gegensatze zu den französischen und englischen Bahnen finden die Drehscheiben auf deutschen und österreichischen Bahnen eine verhältnißmäßig beschränkte Anwendung, und zwar weniger der geringen Verkehrsanforderungen wegen, sondern vielmehr in Folge der Vielgestaltigkeit der auf diesen Bahnen laufenden Fahrzeuge, welche zum Theile sehr große Längenabmessungen besitzen und dementsprechend auch große und schwere Drehscheiben beanspruchen. Auch aus Rücksichten auf klimatische Verhältnisse hat man sich diesseits mit der größeren Ausnützung von Drehscheibenanlagen nicht befreunden können.

Ganz unentbehrlich aber sind sie in den Werkstätten und Heizhausanlagen. Bei diesen, welche über mindestens zwei Drehscheiben verfügen sollen, von welchen

wenigstens eine derart zu dimensioniren ist, daß sie eine Locomotive sammt Tender aufnehmen kann, müssen erstere derart angeordnet sein, daß sie nicht in Geleisen liegen, über welche zum und vom Heizhause unaufhörlich gefahren wird, weil sie diesfalls steter Beschädigung ausgesetzt und schwer in gutem Zustande zu erhalten sind. Die Locomotivremisen werden daher mit Vorliebe polygonartig, winkel-, halb- oder ganz kreisförmig angelegt, in deren Mittelpunkt sich die Drehscheibe befindet. Der Einwand, daß bei dieser Anordnung im Falle des Versagens der Drehscheibe das ganze Heizhaus versperrt werden könnte, ist wohl kein stichhältiger,

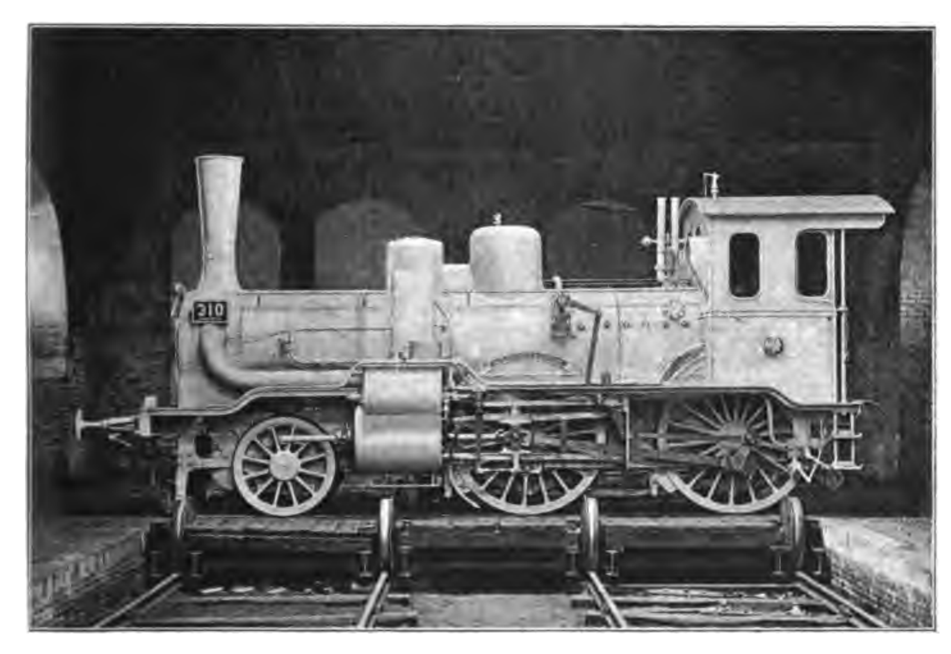


Einfache Wagenschiebebühne. (Nach einer Photographie.)

weil diese Drehscheibe eben stets nur langsam befahren werden kann. Außerdem kann durch Anlage getrennter Remisen diesem immerhin berücksichtigenswerthen Uebelstande abgeholfen werden. Bei Remisen für einzelne Maschinen mit Durchgangsgeleisen ordnet man die Drehscheibe derart an, daß sie nicht befahren wird. Rücksichtlich ihrer Abmessungen genügt es in diesem Falle, daß sie eine Locomotive ohne Tender aufnehmen kann. Die Stellung der vor den Remisen disponirten Drehscheiben ist bei Tag und Nacht durch deutliche Signale erkennbar zu machen. —

Das zweite Hilfsmittel zur Bewegung der Fahrzeuge von einem Geleise auf das andere sind die Schiebebühnen. Sie unterscheiden sich von den Drehscheiben dadurch, daß sie die Ortsveränderung mitmachen und die angestrebte Verbindung nur in senkrechter Richtung zu den benachbarten Geleisen herstellen können. Die

Schiebebühnen bestehen aus einem Geleisstück von der jeweils erforderlichen Länge, welches auf Langträgern aufruht, die ihrerseits untereinander versteift und mit Rollen in Verbindung gebracht sind. Die Anordnung der ganzen Vorrichtung ist entweder eine solche, daß alle Bestandtheile der Bühne mit Ausnahme des Geleisstückes und der Abdeckung unter das Bahnniveau zu liegen kommen, oder es erhebt sich die Bühne mit allen ihren Theilen über das Planum. Im ersteren Falle ist die Anlage einer Grube, auf deren Sohle die Schienenstränge für die Bühne liegen, erforderlich, wodurch sämmtliche Geleise, welche mit der Bühne in Verbindung zu setzen sind, unterbrochen werden. Da diese Anordnung in Haupt-



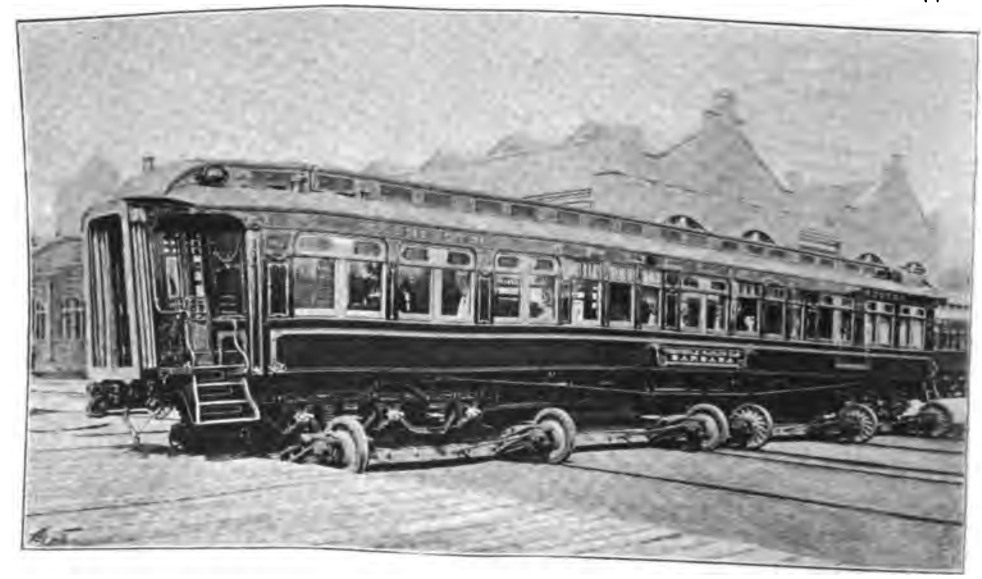
Locomotivschiebebühne.
(Nach einer von Henschl & Sohn in Kassel zur Verfügung gestellten Photographie.)

geleisen aus naheliegenden Gründen absolut unzulässig ist, finden die Bühnen mit »versenktem Geleise« nur zur Verbindung von Werkstätten- und Remisengeleisen Anwendung, während für Rangirzwecke die andere Construction platzgreift.

Die Details der Schiebebühnen mit Gruben zeigen mancherlei abweichende Anordnungen, doch ist das Princip immer dasselbe. Die beigegebenen Abbildungen veranschaulichen drei verschiedene Constructionen, zu deren Erläuterung einige Worte genügen. Die eine dieser Schiebebühnen findet ihre Verwendung in einer Wagenbauanstalt, dient also lediglich zur Bewegung relativ leichter Fahrzeuge. Die kleinen Rollen, an deren Achsen die Querträger aufgehängt sind, haben einen sehr kleinen Durchmesser, die Querträger hängen tief herab, und das Geleisstück

ruht, ohne Unterführung von Längsträgern, unmittelber auf den Querträgern auf. Auf Grund dieser Anordnung kann von einer Grube hier nicht die Rede sein, da sie nur wenige Centimeter Tiefe hat. Die Bühne hat drei Rollenpaare, welche auf drei Schienensträngen laufen. Zur sicheren Führung hat das mittlere Rollenpaar doppelte Spurkränze, so daß der Schienenkopf von diesen völlig umfaßt wird.

Die zweite Abbildung veranschaulicht eine Locomotiv-Schiebebühne in einer Remise. Sie läuft auf einem versenkten Doppelgeleise gewöhnlicher Construction und setzt sich aus paarweise zu beiden Seiten der Rollen gestellten Querträgern, den darüber gestellten Längsträgern mit starken Versteifungen und einer doppelten

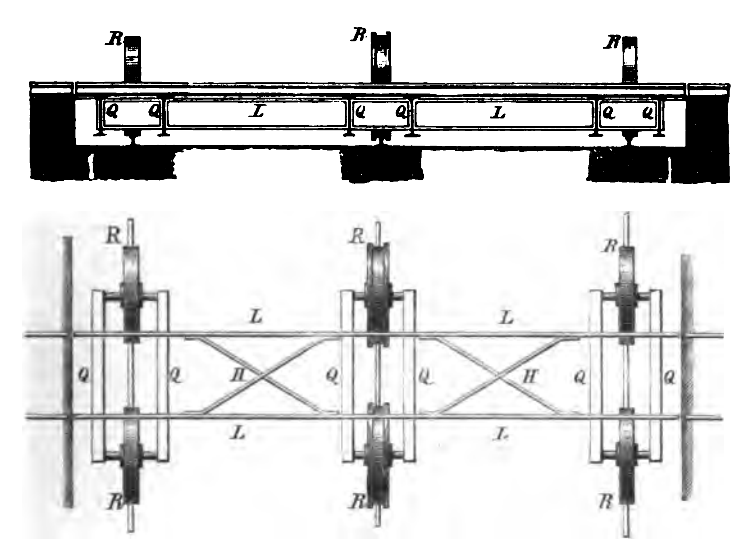


Wagenschiebebühne im Pullman'schen Etablissement zu Chicago.
(Nach einer vom Etablissement zur Verfügung gestellten Photographie.)

Abdeckung mit Pfosten und Steinplatten zusammen. Die Spurkränze der Rollen sind an den beiden Randsträngen des Doppelgeleises nach einwärts, an den beiden innenliegenden Strängen nach auswärts gestellt.

Die dritte Abbildung — eine Schiebebühne in dem berühmten Etablissement der Pullmann Palace Car Company in Chicago darstellend — läßt eine Anordnung erkennen, welche gewissermaßen den Uebergang zu der Schiebebühne ohne Grube bildet, da das Maß der Versenkung hierselbst ein Minimum aufweist. Soll nämlich die Grube ganz entfallen, so wählt man entweder große Laufrollen und Querträger, deren Länge die Spurweite der Geleise übertrifft, oder statt dessen kleine Rollen mit so kurzem gegenseitigen Abstand, daß sie noch unter den Achsen und zwischen den Rädern der diesfalls auf die Schiebebühne emporzuhebenden Fahrzeuge Platz finden. Diese Anordnung gestattet eine sehr tiefe Lage der Trag-

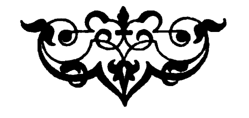
vorrichtung, die das Geleisstück aufzunehmen hat, auf welches das zu bewegende Fahrzeug emporgehoben wird. Die Schienen der Bühnen sind entweder rinnenförmig construirt, in welchem Falle die Räder des Fahrzeuges mit ihren Spurkränzen auf das Bühnengeleise übergehen, oder es kommen auf die Querträger Längsträger zu liegen, welche in passender Weise aus Winkeln und Blechen zusammengesetzt derart angeordnet werden, daß die Räder des Fahrzeuges nicht mit den Spurkränzen, sondern mit den kegelförmigen Reifen aufzuliegen kommen. Das Aufbringen des Fahrzeuges auf die Bühne geschieht gewöhnlich mit Hilfe kurzer, keilförmiger Stücke, welche an der Bühne mit Charnieren befestigt sind und auf die Schienen entweder niedergeklappt oder von der Seite her eingedreht werden.



Schematische Darstellung einer Schiebebühne.
LL Längsträger, QQ Querträger, RR Laufrollen, HH Horizontalverband.

Eine Schiebebühne von größten Abmessungen veranschaulicht das beigegebene Vollbild einer Dampfschiebebühne, welcher der große Vortheil zukommt, daß sie neben ihrer Function als Verbindungsmittel zwischen parallelen Geleisen auch das Heranholen und Abziehen des Fahrzeuges besorgt. Da diese Construction für Locomotiven bestimmt ist, können dieselben, auch wenn sie nicht unter Dampf sind, also sich selbst nicht fortzubewegen vermögen, versetzt werden. Die Hauptbestandtheile dieser Construction sind der Wagen und der Dampfmotor mit den Getrieben. Der Wagen als Traggerippe mit einer Geleislänge von 15 Meter ruht auf 13 Rädern, wovon 5 Treibräder sind, welche auf einer durchgehenden Welle sitzen und unmittelbar von dem Treibwerke in Bewegung gesetzt werden. Den Antrieb besorgt ein Dampfmotor auf einem Rädergetriebe. Der Dampf von acht Atmosphären effectiver Spannung wird in einem liegenden Siederohrkessel erzeugt.

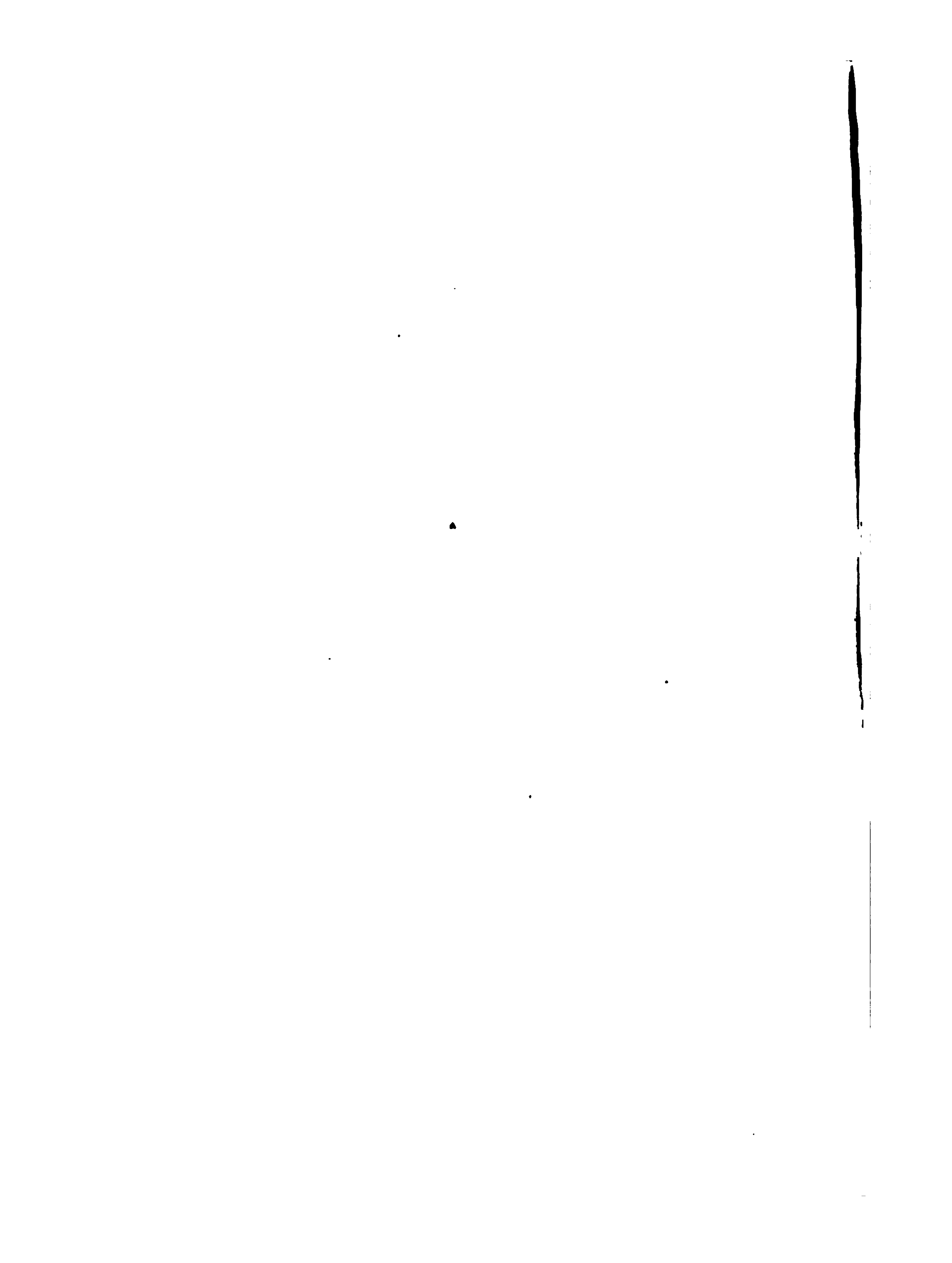
Die Arbeit der Zwillingsdampfmaschine wird entweder durch Vorgelege auf die Treibradwelle für die Fortbewegung der Bühne, oder nach Umstellung einer Kuppelung auf die Trommel übertragen, welche das Heranholen oder Abziehen der Locomotive von der Bühne besorgt. Um ein leichtes und genaues Einstellen auf die Geleise zu ermöglichen, befindet sich am Schwungrad der Kurbelwelle eine kräftig wirkende Bandbremse. Für den Fall einer Kesselreparatur oder geringeren Kraftbedarfes können beide vorerwähnte Bewegungen auch durch eine entsprechend angebrachte Handwinde besorgt werden. Eine solche Dampfschiebebühne vermag mit Leichtigkeit eine ausgerüstete Achtkuppler-Lastzugslocomotive sammt Tender im Gewichte von 85 Tons mit einer Geschwindigkeit von 0·5 Meter pro Secunde fortzubewegen. Constructeur der hier abgebildeten Dampfschiebebühne, deren sich zwei in der Heizhausanlage der italienischen Mittelmeerbahn von Sampierdarenna bei Genua im Betriebe befinden, ist die Maschinenfabrik der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft.



Zweiter Abschnitt.



Die Eisenbahnfahrzeuge.





1. Die Locomotiven.

Der Mechanismus, welcher die Fortbewegung der Last auf der eisernen Spur besorgt, ist dasjenige Element des Eisenbahnwesens, von dem gesagt werden kann, daß von ihm nicht nur die eigentliche Wirksamkeit des ganzen Apparates abhängt, sondern daß es zugleich am greifbarsten das Kraftmoment, welches der Dampfarbeit innewohnt, zum Ausdrucke bringt. Bei den stationären Maschinen ist das nicht im gleichen Maße der Fall, weil hier die Kraft nur im materiellen, nicht aber im räumlichen Sinne wirkt. Bei der Locomotive wird die Kraft in Ortsveränderung umgesetzt und das Maß der hierbei sich ergebenden Geschwindigkeit ist der lebendige Ausdruck einer Leistungsfähigkeit, welche den Eisenbahnen jene raumbeherrschende Bedeutung verschafft hat, die eminent culturfördernd ist.

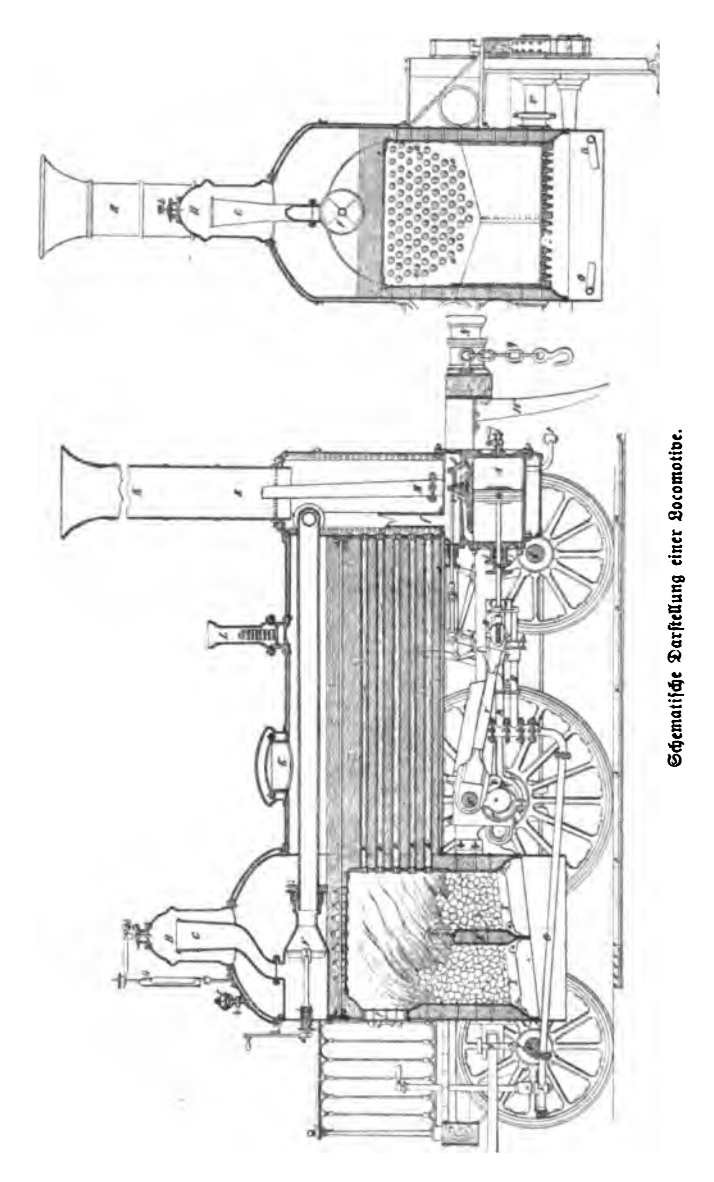
An der Locomotive, diesem ebenso sinnreichen, als kräftigen Organismus, hat die moderne Zeit, welche im Verschwinden der Postkutschen die Poesie und Romantik des Reisens vernichtet wähnte, ein Element erhalten, mit welchem die aus ihren altväterischen Träumereien unliebsamerweise aufgerüttelte Einbildungskraft sich sehr bald befreundet hat. Sie erkannte in dem genialen Mechanismus ein Kunstwerk, und damit war die Anknüpfung zu einer milderen Beurtheilung der »nüchternen Prosa«, welche man dem Eisenbahnwesen andichtete, gegeben. Die einherrasende Maschine mit ihren fieberhaft bewegten Organen, eines in das andere greifend, als steckten in dem Eisen Blut und Nerven: was ist sie anders, als ein Abbild unseres eigenen Organismus mit seiner Anspannung und Erschlaffung, dem Wechsel von Ruhe und Bewegung, Vermögen und Hinfälligkeit! Daß eine kräftige Locomotive, welche blitzschnell mit der an ihr angehängten Wagencolonne an uns vorüberstürmt, auf die Phantasie einen gewissen Eindruck hervorruft, wird Niemand läugnen. Giebt man diesen Sachverhalt zu, so findet sich leicht die Brücke zu jener Vorstellung, welche in der Bezeichnung »die Poesie der Eisenbahnen« liegt.

Sachlich genommen ist das Maschinenwesen derjenige Factor der Eisenbahnen, auf welchem deren Leistungsfähigkeit in erster Linie beruht. Wir haben an anderer Stelle (vgl. Seite 24) auseinandergesetzt, wie sich der rationelle Maschinenbetrieb bei den Eisenbahnen aus roh empirischen Anfängen entwickelte und erst allmählich nach Gesetzen strenger Wissenschaftlichkeit mit seiner ihm zukommenden Aufgabe groß geworden. In der That zeigen die heutigen Locomotiven einen Grad der Vollkommenheit und Vollendung, welcher kaum noch der Steigerung fähig zu sein scheint. Bei all' diesen bedeutsamen Fortschritten darf aber niemals übersehen werden, daß die Rudimente des Mechanismus von vornherein gegeben waren und daß die Geschichte des Locomotivbaues ihrem Wesen nach eine Entwickelungsgeschichte ist — eine Art maschineller Darvinismus — indem die einzelnen Organe und ihr Zusammenwirken sich mehr und mehr vervollkommneten, ohne die von Stephenson aufgestellten Grundlinien zu verrücken.

In Berücksichtigung dieser Thatsache ist es nothwendig, zunächst den Bau der Locomotive kennen zu lernen, da dem Laien ohne die unerläßliche elementare Vororientirung das Verständniß für die heutigen, in ihren Einzelheiten von einander abweichenden Constructionen nicht vermittelt werden könnte. Es giebt eine große Zahl von Locomotivtypen, welche den Beweis liefern, daß das Aufstellen einer besten Haupttype ein unlösbares Problem ist, da an eine gute Locomotive sehr verschiedene Ansprüche gestellt werden, je nach dem Zwecke der Verwendung und die Art der Bahnanlage. Wem aber die Constructionselemente geläufig sind, der orientirt sich rasch und leicht selbst in verwickelte Einzelheiten. Selbst das Studium einer tadellosen Zeichnung oder einer klaren Photographie bietet dem Unterrichteten vielfache Belehrung und er vermag, selbst nur auf Grund einer Orientirung über die äußere Anordnung der einzelnen Organe, sich eine zutreffende Vorstellung von deren Wirksamkeit in Verbindung mit den nicht sichtbaren Constructionstheilen zu machen.

Die Locomotive als Fahrapparat zerfällt in drei Haupttheile, und zwar: den Kessel, die Maschine und den Wagen. In ersterem wird in Verbindung mit einem Feuerherde die motorische Kraft durch Ueberführung des Wassers in Dampf erzeugt; die Maschine macht die motorische Kraft nutzbar, und der Wagen endlich ermöglicht die Fortbewegung des Ganzen als Zugapparat. Die Maschine wird häufig auch das »Treibwerk«, der Wagen das »Laufwerk« genannt. Um das Zusammenwirken dieser drei Haupttheile zu erzielen, enthält jeder derselben eine Anzahl dem Principe nach bei allen Constructionen sich gleichbleibender Organe, welche derart miteinander in Verbindung gebracht sind, daß der Apparat als ein einheitliches Ganzes sich präsentirt und das Fehlen auch nur eines einzigen wichtigen Organes den Apparat untauglich machen würde. Sehr bezeichnend vergleicht Ingenieur A. Birk den Dampfkessel mit dem Rückenmark, die Maschine mit dem Herzen, das Laufwerk mit den Bewegungsorganen. Der Kessel, als Ursprungsort der motorischen Kraft, ist der größte und schwerste Theil der Locomotive. Er

besteht aus zwei innig zusammenhängenden Theilen: aus der Feuerungsanlage (der sogenannten »Feuerbüchse«) und aus dem eigentlichen Dampfkessel (einem Langkessel), welcher vorn durch einen besonderen Raum, die »Rauchkammer«, begrenzt wird. Er ist sowohl gegen diese letztere, als gegen die Feuerbüchse (und zwar, wie wir gleich sehen werden, die »innere«) durch je eine Wand abgeschlossen, welche man die »Rohrplatte« nennt. Zwischen diese beiden Wände ist nämlich eine größere Zahl von Röhren (»Siederöhren«) eingelegt, welche vom Wasser des Kessels umgeben sind und durch welche die in der Feuerbüchse entwickelten heißen Gase streichen, um in die Rauchkammer und von hier durch den Schornstein abzuziehen.


Schematische Darstellung einer Locomotive.

Die Feuerbüchse setzt sich aus der *inneren Feuerbüchse* und der *äußeren Feuerbüchse* zusammen. Die erstere schließt nach unten den Rost ab und findet in ihr aus dem Brennstoffe die Entwickelung der heißen Gase zur Verwandlung des Wassers in Dampf statt. Diese innere Feuerbüchse ist in einem Abstande von etwa 7 Centimeter von der äußeren Feuerbüchse (Stehkessel) umhüllt. Am unteren Ende schließen sich beide Feuerbüchsen dicht aneinander oder sind durch einen

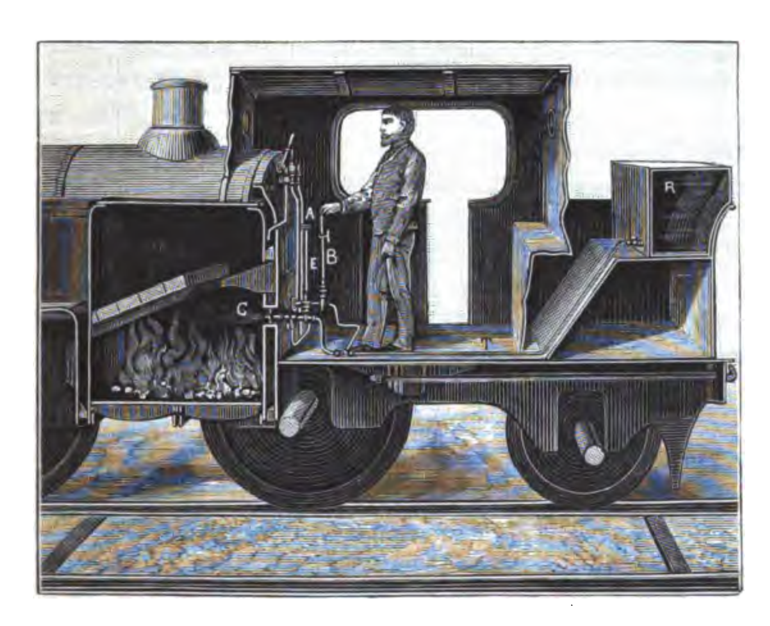
zwischengelegten Rahmen verbunden. Zur Absteifung der ebenen Wände beider Feuerbüchsen dienen die »Stehbolzen«. Oben überragt die äußere Feuerbüchse die innere erheblich; sie ist entweder gerade oder gewölbt, in welch' letzterem Falle die Decke ihrer Form halber dem Dampfdrucke ohne weitere Vorrichtungen widersteht. Unter der Feuerbüchse liegt der Aschenkasten. Er ist mit Oeffnungen versehen, deren Klappen vom Führerstande aus geöffnet oder geschlossen werden können, je nachdem ein kräftigerer oder schwächerer Luftzug sich als nothwendig erweist.

Wie bereits erwähnt, strömen die vom Brennmateriale der Feuerungsanlage ausgehenden heißen Gase durch die Sieberöhren des bis in geringe Höhe unter seiner oberen Wölbung mit Wasser gefüllten Langkessels. Die Sieberöhren werden also an ihrer ganzen äußeren Fläche vom Wasser umspült, die Feuerbüchse hingegen nur an fünf Seiten. In Folge der Berührung des Wassers mit diesen heißen Flächen geht ersteres in Dampf über und erfüllt alle freien Räume des Kessels. Durch Anwendung der Sieberöhren wird es möglich, bei verhältnißmäßig kleiner Kesselanlage eine große vom Feuer berührte Fläche zu schaffen. Man bezeichnet die Fläche der Feuerbüchsenwandungen, welche von den Flammen unmittelbar bedeckt werden, als »directe Heizfläche«, jene der Sieberöhren als »indirecte Heizfläche«; erstere verdampft auf einem Quadratmeter fast dreimal so viel Wasser als letztere. Das Verhältniß der indirecten Heizfläche zur directen stellt sich bei modernen Schnellzugslocomotiven wie 13 : 1 und darüber, und beträgt die Gesammtheizfläche bei sehr großen Maschinen über 150 Quadratmeter. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß von der Größe der Gesammtheizfläche die Leistungsfähigkeit der betreffenden Locomotive abhängen muß, da das Maß der Dampferzeugung im geraden Verhältnisse zu der Ausdehnung der mit dem Wasser in Berührung kommenden Heizflächen steht. Indes hängt die Menge des erzeugten Dampfes ganz wesentlich von der Beschaffenheit des Brennstoffes ab. Alsdann kommt auch die Temperaturdifferenz der Verbrennungsproducte in der Feuerbüchse und im Schornsteine in Betracht. Daraus folgern gewisse Wechselwirkungen, die von einschneidender Wichtigkeit sind. Soll die Kohle möglichst vollständig verbrennen, so muß ihr mehr Luft zugeführt werden, wodurch indes die Temperatur in der Feuerbüchse herabgemindert und demgemäß auch der Heizeffect in den Sieberöhren beträchtlich verringert, die Temperatur im Schornstein aber erhöht wird, was ein langsameres Streichen der heißen Gase durch die Sieberöhren zur Folge hat. Es kann also ein Kessel sehr gut und die Bedienung der Feuerstelle durch den Heizer eine sehr aufmerksame sein, ohne daß der vorgesehene Heizeffect erzielt würde, wenn das Brennmaterial minderwerthig ist. Aus diesem Grunde wird bei der Construction der Feuerbüchse (ihrer Rostfläche u. s. w.) auf die Güte des in Aussicht genommenen Brennmateriales Rücksicht genommen.

Die Erfahrung ergiebt, daß 1 Kilogramm Kohle zwischen 3 und 7·5 Kilogramm Wasser verdampft, wobei jedoch zu bemerken ist, daß die betreffenden Werthe nicht auf ganz gleichen Grundlagen beruhen, indem sie mit verschiedenen Maschinen

von verschiedener Rostfläche und Dampfspannung, auf verschiedenen Strecken, mit verschiedenen Zügen für eine und dieselbe Kohlengattung gewonnen wurden. Im Allgemeinen beruht die Verwerthung des Brennstoffes auf dessen Verdampfungsfähigkeit; dies ist die wichtigste Eigenschaft, die zur Beurtheilung maßgebend ist; der Procentsatz der Rückstände, die Schlackenbildung, das Backen, der Funkenflug sind von secundärer Bedeutung.

Zur Heizung der Locomotiven dient überwiegend die Kohle. Torf und Holz gehören zu den großen Ausnahmen und besteht letzteres meist aus den alten Schwellen; ebenso kommen Coaks auf dem Continente selten zur Verwendung, weil



Locomotive für Kohlen- und Petroleumheizung.

sie theuer sind und Kessel und Röhren stark angreifen. Die Kohlen sind Braun- und Schwarzkohlen. Ebenso wichtig als die Gattung der Kohle ist die Größe ihrer Theile als Stück-, Würfel-, Förder- oder Kleinkohle. Dem Ideale eines ausgezeichneten Brennstoffes kommt die Würfelkohle am nächsten, doch ist sie nicht billig, weshalb sie nicht das rationellste Heizmittel ist; als letzteres darf unbestritten die Förderkohle gelten, also jener Zustand der Kohle, in welchem dieselbe unmittelbar aus der Grube kommt.

Da der Brennstoff einen namhaften Theil der Gesammtausgaben einer Bahn verursacht (etwa 8 bis 12 Procent), so empfiehlt sich selbstverständlich die größtmöglichste Oekonomie. Nun läßt sich aber einerseits das Minimum der zu verheizenden Kohle nicht im Vorhinein feststellen, weil es durch zahlreiche unvorherzusehende Umstände beeinflußt wird und der Betrieb unter gewissen Voraussetzungen

auf das äußerste gefährdet würde; anderseits würde die Normirung einer Durchschnittsverbrauchsquote theils Mangel, theils Verschwendung, jedenfalls kein rationelles Vorgehen beim Heizen erzielen. Nachdem die erste Pflicht des Maschinenpersonales die der anstandslosen Beförderung der Züge ist, wird dasselbe an und für sich geneigt sein, stets die höchste Dampfspannung ohne Schonung des Brennstoffes zu erhalten, welcher Zweck aber bei sorgsamer Bedienung des Rostes, bei sorgfältiger Erwägung aller Gefälle, Aufenthalte, der Last im Allgemeinen, stets mit einem gewissen, unter dem gedankenlosen Verbrauche bleibenden Quantum erzielbar ist. Das Mittel hierzu bilden die Prämien, d. i. die principielle und als Vorschrift geltende Betheiligung des Maschinenpersonales an jenen nachweislichen Ersparnissen, die bei der Handhabung, der Führung, der Heizung und der Instandhaltung der Maschinen — theilweise auch durch günstige Rostflächen — erzielt werden. Die mit den Prämien erreichten Erfolge sind von größter ökonomischer Bedeutung und sind die damit erzielten Ersparnisse sehr bedeutend.

Außer den weiter oben genannten Brennstoffen gelangt zuweilen auch Petroleum zur Verwendung, und zwar dort, wo es eben vorhanden ist, z. B. in Rußland. In England wieder hat man den Versuch mit gemischtem Heizmaterial — Petroleum und Kohle gemacht, zu welchem Ende James Holden für die Locomotiven der Great Easternbahn eine besondere Construction des Heizraumes ersonnen hat. Dieselbe zeigt den gewöhnlichen Typus einer englischen Locomotive und ist auch der gewöhnliche Feuerrost und das mit feuerfesten Ziegeln gefütterte Schirmdach des Heizraumes beibehalten. Neu sind nur die symmetrisch auf jeder Seite angebrachten Injectoren (C), welche das Petroleum in den Heizraum, und zwar über dem Kohlenlager auf dem Roste, zuführen. Die Injectoren functioniren nach Bedarf, je nachdem man den Feuerraum mit Petroleum beschicken will oder nicht. Das Petroleum soll nämlich nur als Hilfsmittel zur raschen Erzielung größerer Hitzeffecte dienen.

Das aus den Injectoren austretende Petroleum entzündet sich sofort, wenn es mit dem Kohlenfeuer in Berührung kommt, wodurch eine innige Mengung der heißen Gase stattfindet. Das Petroleum wird durch die Mittelröhre B zugeführt, während durch die Röhre A aus dem Dampfkessel Wasserdampf in die Centralröhre D einströmt. Ein Ringgebläse F, welches durch den in das Rohr C eintretenden Wasserdampf wirkend gemacht wird, vermittelt die nothwendige Zufuhr von atmosphärischer Luft, die zu vollkommener Verbrennung des Heizmaterials erforderlich ist. Das in der Hauptröhre zuströmende Gemenge von Petroleum, Wasserdampf und Luft tritt nun aus den drei Oeffnungen bei E in den Kessel. Das Petroleumreservoir befindet sich im Tender bei R und wird das Petroleum aus demselben durch eine mit einem Regulirhahn versehene Speiseröhre zugeführt. Eine besondere Röhre gestattet das Einführen von Wasserdampf in das Petroleumreservoir, um dasselbe im Winter erwärmen zu können. Schließlich wird die Zufuhr des Wasserdampfes aus dem Kessel zum Injector durch die Leitungsrohre A und E

vermittelt. Wird Petroleum zur Heizung verwendet, so darf auf dem Roste nur eine geringe Menge von Kohle liegen, der Aschenfall muß geschlossen werden und der Luft wird nur durch die Oeffnungen in der Feuerthüre Zutritt gestattet. Durch diese Einrichtungen, welche die herkömmliche Construction des Langkessels in keiner Weise beeinflussen und außer dem vorbeschriebenen Mechanismus und der Schaffung eines Petroleumbehälters im Tender keine außergewöhnlichen Vorrichtungen erfordern, ist es gelungen, die Verwendung von Petroleum als Heizmaterial in ebenso einfacher als zweckmäßiger Weise möglich zu machen. Man erreicht dadurch eine leicht regulirbare Heizung, ferner kann die Maschine rascher in Gang gesetzt und der Dampfdruck gleichmäßiger erhalten werden, da eine durch 10 Minuten unterhaltene Petroleumzuheizung schon genügt, um eine Dampfspannung von neun Atmosphären zu gewinnen.

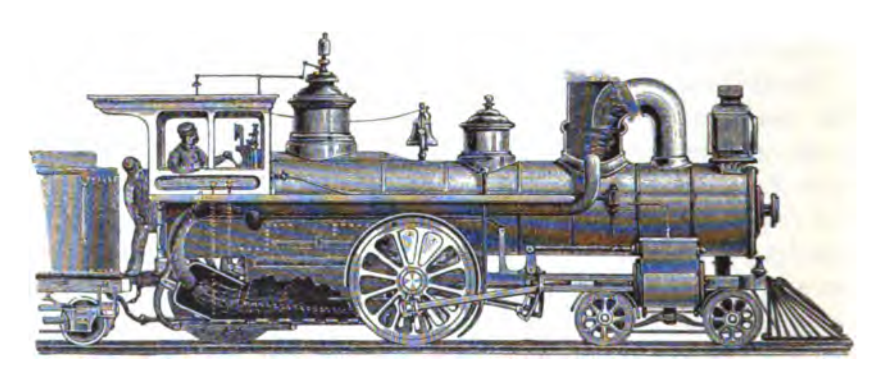
Setzen wir nun unsere unterbrochene Beschreibung einer Locomotive fort. Der erhöhte Raum, welchen man in der Abbildung S. 247 auf dem Kessel erblickt, ist der Dampfdom. In ihm sammelt sich ziemlich trockener Dampf, welcher sich von hier aus durch das Rohr G, beziehungsweise F, und sodann durch die nach beiden Seiten abzweigenden Röhren f dem Cylinder zugeführt wird. In der schon erwähnten Rauchkammer herrscht eine Temperatur von 300° C., so daß alle Wassertheilchen, welche der Dampf auf seinem Wege in den Röhren f etwa noch mit sich führt, hier verdampft werden und nicht in die Cylinder gelangen. In der Rauchkammer liegen ferner die beiden Röhren, welche den Dampf aus den Cylindern aufnehmen, sobald er in diesen seine Arbeit geleistet hat, und welche sich zu einem einzigen Rohre M, dem sogenannten Blasrohre (Exhaustor), vereinigen.

Die Bedeutung dieser Vorrichtung ergiebt sich aus Folgendem. Die Schnelligkeit der durch die Sieberöhren streichenden heißen Gase wird um so größer sein, je größer der Zug ist, der seinerseits wieder mit der Höhe des Schornsteins wächst. Nun sind aber diesem bezüglich seiner Höhenabmessung durch die Natur der Dinge bestimmte Grenzen gesteckt. Die Anordnung des Blasrohres gestattet aber die Anbringung eines niedrigen Schornsteines, da der durch das enge Blasrohr strömende Dampf mit großer Geschwindigkeit ins Freie entweicht; er reißt die Luft und alle anderen Stoffe, welche sie erfüllen, aus der Rauchkammer mit sich und erzeugt auf diese Weise einen luftverdünnten Raum. Dadurch wird vom Rost her durch die Feuerbüchse und die Sieberöhren in die Rauchkammer ein heftiger Luftzug erzeugt, der aus den weiter oben entwickelten Gründen absolut nothwendig ist.

Rauch und Funkenflug sind eine sehr lästige Erscheinung an jeder Locomotive. Sie hängen unmittelbar — die sonstige gute Construction der Maschine vorausgesetzt — mit der Güte des Brennstoffes zusammen. Gegen den Funkenflug schützt man sich theilweise durch eine besondere Construction am Schornstein, den sogenannten »Funkenfänger«. Gegen die starke Rauchentwicklung giebt es aber kein Mittel, trotzdem allerlei Vorrichtungen, welche eine rauchverzehrende Function verrichten sollten, ersonnen worden sind. Sie verschwanden sammt und sonders alsbald

von der Bildfläche. Der alte Price Williams pflegte zu sagen: »der beste Rauchverzehrer ist ein guter Heizer«. . . . Es steckt Wahrheit in diesem geistreichen Ausspruche, aber eine bedingte, wie ja der Leser selber beurtheilen kann, wenn er das von uns über den Brennstoff und seine sehr variable Güte sich in Erinnerung bringt.

Die untenstehende Abbildung veranschaulicht eine rauchverzehrende Locomotive nach dem Systeme der amerikanischen Ingenieure Edson und Hadlock. Der Schornstein ist nach rückwärts gebogen und ein Funkenfänger von gleicher Höhe wie der erstere ist einer darunter befindlichen Büchse angepaßt. Der Funkenfänger ist durch eine gebogene Scheidewand in zwei Kammern getheilt, von denen die Oeffnung der vorderen in einer horizontalen Ebene mit dem Mundstück des Schornsteins liegt, während die hintere Kammer ins Freie führt. Beide Kammern



Rauchverzehrende Locomotive.

stehen mit der vorstehend erwähnten Büchse in Verbindung. Diese Büchse hat einen doppelten Deflector, welcher im mittleren Theile der ersteren untergebracht ist, und von jeder Seite der Büchse laufen Röhren längs beider Seiten des Dampfkessels bis zu einer unter dem Schirm in der Feuerbüchse sich befindlichen Entleerungsstelle. Am Rost ist eine Zugklappe angebracht, von welcher eine Röhre aufwärts zum Schirm läuft. Auf dem Boden des Aschenkastens befinden sich Querstäbe und ebensolche sind an einem Schieber angebracht, welcher derart eingerichtet ist, daß er durch einen in den Schirm gehenden Hebel bedient werden kann. Vermöge dieser Vorrichtung können Schlacken und Asche an beliebigen Punkten gestaut werden, was zur Erreichung der Rauchcirculation nothwendig ist. Ob die ganze rauchverzehrende Vorrichtung ein befriedigendes Resultat ergeben hat, ist nicht bekannt geworden.

Bevor wir auf den zweiten Hauptheil der Locomotive — der Maschine — übergehen, ist es erforderlich, einige Bemerkungen über die Dampfspannung im Kessel vorauszusenden. Um den üblichen Dampfüberdruck von 8 bis 13 und mehr Atmosphären sicher zu widerstehen, muß der Kessel dampf- und wasserdicht und

überhaupt entsprechend dimensionirt sein. Da der Dampf durch das heftige Aufwallen des kochenden Wassers in der Nähe der Oberfläche des letzteren am feuchtesten sein wird, so entnimmt man ihn an einer Stelle des Dampfraumes, welche am höchsten liegt. Zu diesem Zwecke wird auf dem Langkessel, wie bereits erwähnt, den Dampfdom aufgesetzt. Ist der Hinterkessel überhöht, so wird man dieser Stelle den Dampf entnehmen. Damit ist aber der Uebelstand einer außergewöhnlichen Länge der Dampfleitung im Kessel verbunden. Ist schließlich der Hinterkessel nicht überhöht und will man auch den Dampfdom vermeiden, so wird der Dampf durch ein Rohr abgeführt, welches den ganzen Langkessel entlang in dem Dampfraume liegt und oben mit schmalen Schlitzen versehen ist.

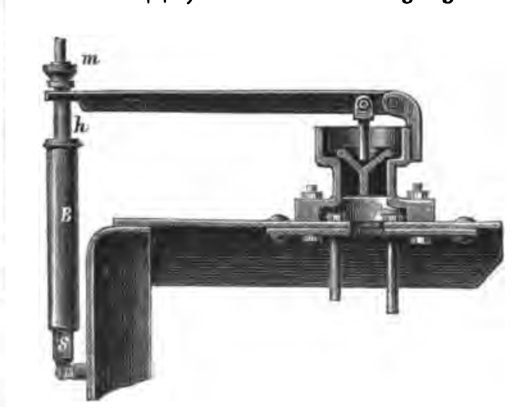
Schlechte Dampferzeugung kann herrühren von: zu engen Ausgängen in den Funkenfängern des Schornsteins; zu engen Rostspalten, schiefstehendem Schornstein oder Blasrohr; sorgloser Feuerung, ungleichmäßiger, schlechter Rostbedeckung, Verlegen des Rostes mit Schlacken, langem Offenlassen der Heizthüre; schlechtem Brennstoff, verlegten Röhren, Wasserverlust und starkem oder schwach regulirtem Speisen; zu geringer Rostfläche, Mißverhältniß zwischen directer und localer Heizfläche u. s. w. Gleichmäßige Dampfspannung, und zwar bis zum Maximum zu halten, ist Gebot, weil sie das Agens des Transportes ist, und selbst auf Gefällen, wo sie mit wenig Brennstoff erzielbar ist, weil sie beim Eintritt von Störungen zum Anhalten des Zuges im Augenblicke nothwendig werden kann, alsdann aber nicht schnell genug herzustellen wäre.

Der Dampfdruck bildet das wichtigste Element in der Berechnung der Zugkraft. Für schnellfahrende Maschinen sind in Folge dessen die Rost- und directe Heizfläche viel wichtiger als die Gesammtheizfläche und der Kolbendurchmesser. Zu kleine Roste machen das Verbrennen der zur Verdampfung für die entsprechende Leistung nöthigen Brennstoffmengen innerhalb bestimmter Zeit unmöglich, weil die mangelnde Fläche der Brennstofflagerung nicht durch deren Dicke ersetzt werden kann, welche nur bei Coaks eine unbegrenzte ist. Mangelhafte Dampferzeugung kann auch noch eintreten, ungeachtet der correcten Manipulationen des Maschinenpersonales, wenn die Rauchkammer undicht ist, sei es an der Thür, am Boden oder an einer anderen Stelle, so daß Luft in dieselbe von außen eindringen kann; oder von Dampfausströmung aus einem undicht gewordenen Leitungsrohr innerhalb der Rauchkammer, so daß dieselbe mit Dampf gefüllt wird und keine Luftverdünnung in ihr entstehen kann.

Jeder Locomotivkessel ist für einen größten zulässigen Dampfdruck gebaut; die Ueberschreitung dieses Druckes kann zu verheerenden Explosionen führen. Es sind daher Vorrichtungen nothwendig, welche dem Dampf, sobald seine Spannung die erlaubte Grenze überschreitet, selbstthätig den Weg ins Freie öffnen. Man nennt sie Sicherheitsventile. Die beigegebenen Abbildungen veranschaulichen die Anordnung derselben. Der Dampf drückt gegen die untere Fläche des Ventils, das sich gegen einen Hebel stützt, dessen freies Ende durch eine gespannte Feder nieder-

gehalten wird. Diese Feder ist nämlich einerseits vermittelst der Stange h und der Schraube m an dem Hebel, anderseits mit Hilfe des Stückes s an dem Kessel befestigt. Die Schraube m gestattet die Spannkraft der Feder zu erhöhen und zu verringern, also auch den Druck auf das Sicherheitsventil zu reguliren. Die einzelnen Constructionen weichen im Detail von einander ab, das Princip ist aber immer dasselbe.

Zeigt die Wirksamkeit des Sicherheitsventils die Ueberschreitung der Dampfspannung an, so erkennt der Führer anderseits am Manometer die jeweilig im Kessel herrschende Dampfspannung. Ventil und Manometer müssen miteinander in Uebereinstimmung sein. Auf dem Manometer ist die höchste zulässige Dampfspannung durch einen rothen Strich bezeichnet. Auch an einer leicht sichtbaren Stelle des Kessels, in der Regel oberhalb der Feuerthüre, ist die höchste effective Dampfspannung in Atmosphären oder in Kilogramm per Quadrat-Centimeter markirt. Jede willkürliche Veränderung an den Sicherheitsventilen ist dem Führer strenge verboten und er darf sich unter keiner Bedingung erlauben, durch welch' immer für Mittel einen höheren als den gestatteten Maximaldampfdruck zu erreichen oder gar zu unterhalten, und selbst bei abblasenden Ventilen, um etwa eine größere Leistungsfähigkeit der Maschine zu erzielen. Die Sicherheitsventile werden in der Regel am Dampfdome angebracht. Sie unmittelbar auf dem Steh- oder Langkessel anzubringen, ist nicht empfehlenswerth, weil das beim Abblasen mitgerissene heiße Wasser die Mannschaft gefährdet.

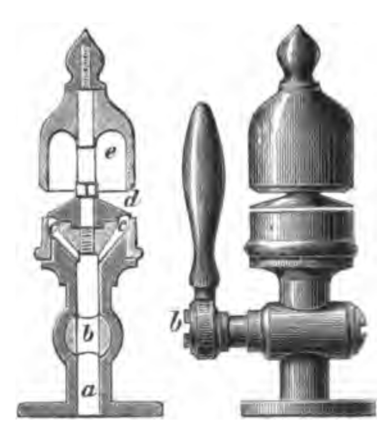


Sicherheitsventile.

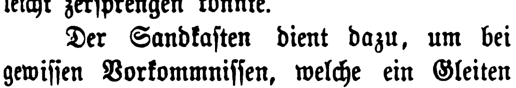
Wir werden weiter unten eine Einrichtung kennen lernen, mittelst welcher es möglich ist, den Cylinder nur zum Theile mit Dampf zu füllen und sodann die Verbindung mit dem Kessel abzusperren. Es ist deshalb nothwendig, weil die Locomotive bei ihrer Fahrt nicht immer dieselbe Arbeit zu leisten hat. Der in den Cylindern eingeschlossene Dampf dehnt sich aus und bewegt die Kolben mit einem Drucke, der in dem Maße geringer wird, als der Dampf durch die Verschiebung des Kolbens sich allmählich Raum zu verschaffen vermag. Man sagt dann: die Locomotive arbeitet »mit Expansion« — ein Vorgang, durch welchen jegliche Vergeudung der so kostspieligen Lebenskraft der Locomotive vorgebeugt wird. Es ist immer von Vortheil, mit hohem Dampfdrucke zu fahren, den Regulator stark zu öffnen, dagegen stark zu expandiren. Es ist trockener Dampf einer viel besseren

Ausnützung fähig als nasser. Bei ersterem kann von der Expansion ein größerer Gebrauch gemacht werden und die Maschine wird viel freieren Lauf haben. Trockener Dampf giebt sich beim Ausströmen durch den Rauchfang durch bläuliches Aussehen zu erkennen, wogegen nasser Dampf weiß erscheint.

Auf dem Kessel befinden sich noch zwei Vorrichtungen, die nicht übergangen werden können. Die eine derselben ist die Signalpfeife, die andere der Sandkasten, der aber nicht bei jeder Locomotive vorhanden ist. Die Dampfpfeife (deren Ton, beiläufig bemerkt, an Höhe mit dem Durchmesser der Glocke abnimmt) besteht aus einem Rohre a, das mit dem Dampfkessel in Verbindung steht und vermittelst des Hahnes b geöffnet und geschlossen werden kann. Will der Führer ein Zeichen geben, so öffnet er den Hahn, der Dampf strömt durch das Rohr in die Schlitze c c ins Freie, trifft hierbei den scharf gedrehten Rand der Glocke c und versetzt dieselbe in schnelle Schwingungen, wodurch der weittragende schrille »Locomotivpfiff« erzeugt wird. Die Dampfpfeifenglocke sollte niemals am Dache des Führerstandes festsitzen, weil deren Rohr durch dessen Vibrationen gefährdet wird; es genügt, dem Rohr darin eine Führung zu geben und es am Dome mittelst starken Aufsatzes zu befestigen. Die Unterschale der Glocke soll mehrmals durchbohrt sein, weil das im Winter sich bildende Eis die Glocke beim Einblasen des Dampfes leicht zersprengen könnte.



Signalpfeife.


Der Sandkasten dient dazu, um bei gewissen Vorkommnissen, welche ein Gleiten der Räder auf den Schienen verursachen, die Wirkung der Adhäsion herbeizuführen, und aus ersterem vermittelst eines Handgriffes Sand auf die Schienen zu streuen. Derselbe gelangt durch gekrümmte Röhren unmittelbar vor die Lauffläche der Treibräder. Der Sandkasten selbst, welcher äußerlich dem Dampfdome ähnlich ist, sitzt dicht am Kessel und soll möglichst groß sein, doch ist die Größe durch die Schwere des Sandes begrenzt. In Amerika läßt man den Sand durch ein hinter den letzten Rädern mündendes Dampfblaserohr wieder beseitigen, um den Wagenwiderstand zu verringern. Das Sandstreuen wird in der Regel bei nassem Wetter oder Glatteis, aber auch sonst, wenn das Adhäsionsgewicht der Maschine auf Steigungen oder im Falle zu großer Last versagt, nothwendig werden; desgleichen beim Anfahren oder auf der Fahrt durch Bahnhöfe in Folge Verunreinigung der Schienen.

Zu den Details, welche mit dem ersten Hauptheil einer Locomotive in Verbindung stehen, gehört ferner der Schornstein und das Schutzdach des Führer-

standes. Der erstere kann um so niedriger gehalten werden, je kräftiger das Blaserohr functionirt. Er hat in der Regel eine cylindrische Form, oder die eines umgekehrten Kegels, mit der abgestutzten Spitze nach abwärts, oder er setzt sich aus zwei schwach kegelförmigen Theilen zusammen, wobei die größte Verengung sich in der Mitte befindet. Es kommen indes auch andere Formen, z. B. viereckige (in Belgien) oder cylindrische mit aufgesetztem birnförmigen Funkenfänger. Abschlußklappen für cylindrisch geformte Schornsteine sind nicht praktisch, da sie leicht einrosten. Sie sind aber anderseits von Werth, weil Locomotiven nicht immer remisirt werden können, also den Unbilden der Witterung ausgesetzt werden müssen.

Das Schutzdach des Führerstandes, das auf den älteren Locomotiven fehlte, wodurch das Maschinenpersonale allen Wetterunbilden schonungslos ausgesetzt war, wird derart hergestellt, daß es seitlich nicht zu weit zurückreicht, weil sich sonst im Plattformraume Dunst ansammelt, der die Fenster trübt. Lange Seitenwände verhindern überdies die Ausschau und das seitwärtige Heraussehen. Es genügt, mittelst der Vorderwand Sturm, Regen und Schnee abzuhalten. Die ganz geschlossenen Führerstände haben nur dort eine Berechtigung, wo die klimatischen Verhältnisse oder außergewöhnlich lange Fahrstrecken einen wirksamen Schutz des Maschinenpersonales erfordern, z. B. in Rußland und Amerika. Hier erhalten, wie wir später sehen werden, die Plateaus eine außergewöhnlich comfortable Einrichtung, so daß sie förmlich Wohnräumen gleichen.

Wir kommen nun zum zweiten Haupttheil der Locomotive, der Maschine oder dem Treibwerk. In der Maschine wird die Spann- oder Expansionskraft des Dampfes zur Arbeit herangezogen. Auf jeder Seite der Locomotive liegt ein Cylinder (A, Abbildung S. 247), in welchem sich ein Kolben (n), dicht an seine Wandungen anschließend, hin- und herbewegen kann. Um eine solche Bewegung hervorzurufen, muß der Dampf abwechselnd auf der einen und dann wieder auf der anderen Seite des Kolbens wirken; es muß ferner dem Dampf die Möglichkeit geboten werden, nachdem er seine Arbeit vollführt hat, ins Freie entweichen zu können, damit der Gegendruck aufgehoben werde. Außerdem muß die Zuführung des Dampfes in dem Cylinder derart regulirbar sein, daß die Locomotive je nach Bedarf nach vor- oder rückwärts in Bewegung gesetzt werden kann.

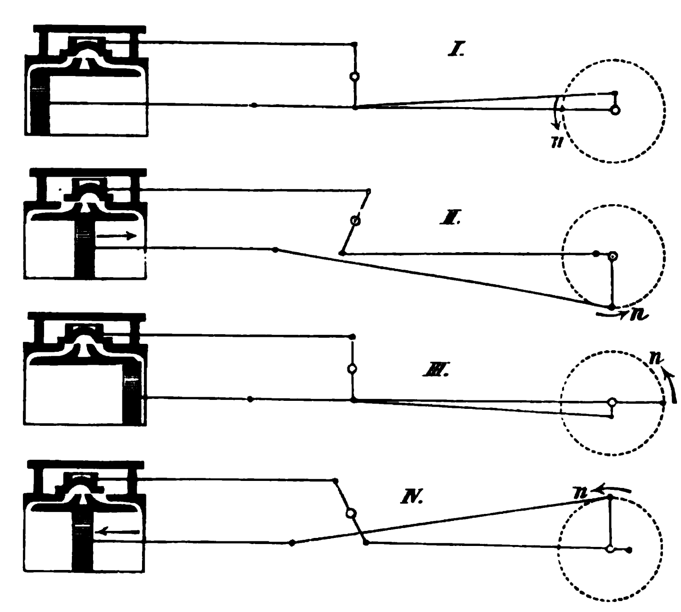
Alle diese Aufgaben erfahren ihre wirksame Lösung durch eine höchst sinnreiche Anordnung, welche man Steuerung nennt. Betrachtet man das Bild S. 247, so nimmt man über dem Cylinder (A) einen zweiten, kleineren Raum wahr. Das ist der »Schieberkasten«, von welchem zwei Canäle (j und m) in den Cylinder führen, während eine dritte Oeffnung (h) mit der freien Luft communicirt. Im Kasten bewegt sich der Schieber in horizontaler Richtung hin und her, wodurch er in verschiedene Stellungen zu den vorgenannten Canälen gelangt und damit die Bewegung des Kolbens veranlaßt.

In der beigegebenen Abbildung ist der Vorgang schematisch dargestellt. Bei I sperrt der Schieber beide Schlitze in der Cylinderwandung, der Dampfkolben

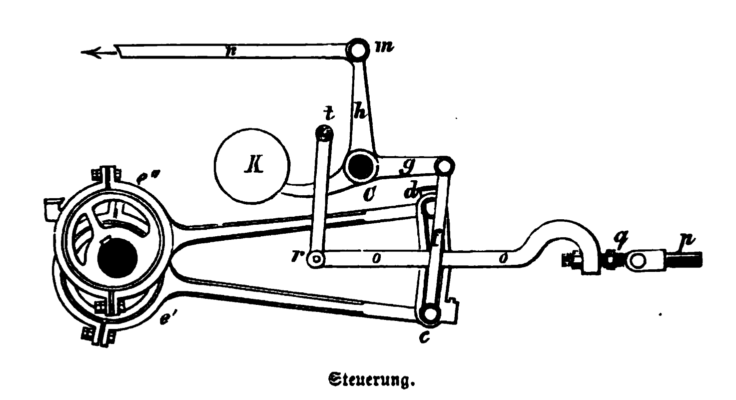


Inneres des Salonwaggons des Großherzogs von Oldenburg.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz).

steht am Beginne der Rückbewegung; der Schieber bewegt sich nach rechts, der linke Schlitz öffnet sich und giebt dem Dampfe freien Weg in den Cylinder, während sich der rechte Schlitz gegen die Höhlung des Schiebers öffnet und dem Dampfe einen Ausweg in die freie Luft gewährt. In II hat der Kolben seinen halben Rücklauf vollendet, der Schieber beginnt sich wieder nach links zu bewegen. In III ist der Kolben am Ende des Rücklaufes angelangt; der Schieber hat dieselbe Stellung wie in I, seine Bewegung ist jedoch nach links gerichtet, um den rechten Schlitz für die Einströmung des Dampfes in den Cylinder zu öffnen. In IV hat der Kolben seinen Vorwärtsgang zur Hälfte vollendet, während der Schieber sich wieder nach rechts zu bewegen anfängt. Schließlich gelangen alle Theile wieder in die Stellung, welche I repräsentirt, und der ganze Vorgang beginnt von Neuem.



Stellungen des Schiebers.

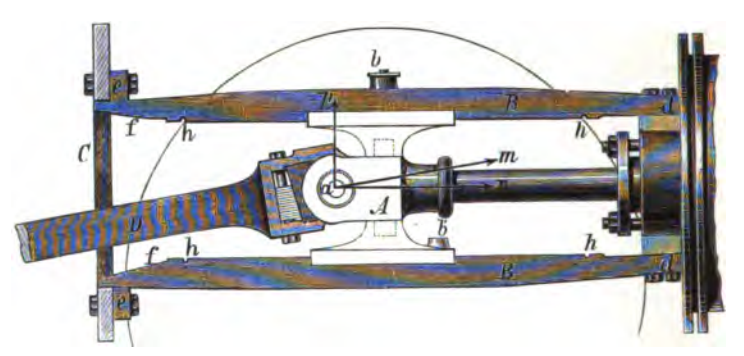


Steuerung.

Die Bewegung des Schiebers erfolgt nicht durch einen besonderen Mechanismus, sondern wird durch den Kolben, dessen Bewegung wieder seinerseits von der Function des Schiebers abhängt, bewirkt; beide Theile beeinflussen sich also gegenseitig. Dieses äußerst sinnreiche Zusammenwirken zweier Organe wird durch eine besondere Vorrichtung — das Excenter — erzielt. Dasselbe ist eine kreisförmige

eiserne Scheibe (e′ e″ in Abbildung auf Seite 257), welche von einem Ringe aus Schmiedeeisen derart umspannt ist, daß sie sich in ihm mit voller Freiheit drehen kann. Mit dem Ringe steht eine Stange in fester, unabänderlicher Verbindung. Der Drehungspunkt der Scheibe, zugleich der Verbindungspunkt mit der Locomotivachse, liegt außerhalb ihres Mittelpunktes, in einer gewissen Entfernung von demselben, so daß jeder Punkt des Ringes bei der Drehung der Scheibe allmählich der Achse sich nähert und von ihr sich wieder entfernt, wodurch sich die mit ihm festverbundene Stange in wagrechter Richtung hin- und herbewegt.

Nun muß hervorgehoben werden, daß zu jeder Seite der Locomotive auf eine Achse derselben je zwei solche Scheiben (e′ e″) befestigt sind, und zwar derart, daß die größeren Abstände der Mittelpunkte vom Umfange einander gerade entgegengesetzt liegen. Die Stangen dieser Scheiben verbindet das geschlitzte Bogenstück c d — die sogenannte Coulisse. Vermittelst der Gabel f hängt dieses Bogen-



Kreuzkopf.

stück an dem Winkelhebel g b, der vom Führerstande aus durch die Zugstange n, beziehungsweise durch den an ihm befindlichen »Reversirhebel« um den Fixpunkt C am Locomotivrahmen gedreht werden kann. Das Gegengewicht k, welches die an dem Winkelhebel hängende Last ausgleicht, erleichtert dem Locomotivführer wesentlich die Bewegung, vermöge welcher er im Stande ist, die Coulisse zu heben und zu senken. Im Schlitz der letzteren ist ein entsprechend geformtes Metallstück beweglich eingepaßt; es steht durch die Stange O und das Schraubenstück q mit der Schieberstange p in Verbindung. Mittelst des Bügels t r ist dieses Gestänge bei t an dem Locomotivrahmen drehbar aufgehängt.

Damit ist indes nur ein Theil der sinnreichen Anordnung des Bewegungsmechanismus erschöpft, und zwar gewissermaßen das Mittelglied. Damit das Excenter functionire, muß es in Umdrehung gesetzt werden, welche, da die Vorrichtung auf einer Achse der Locomotive sitzt, gleichzeitig mit der Umdrehung dieser Achse erfolgt. Auf diese sogenannte »Treibachse« wirkt aber unmittelbar der Kolben, und zwar vermittelst eines gegliederten Gestänges, welches sich aus der Kolbenstange,

dem »Kreuzkopf« (A in nebenstehender Figur), seinem Führungsrahmen (B, B) und der Kurbelstange (auch Pläuelstange genannt, D) zusammensetzt. Die letztere ist mittelst eines Gelenkes (a) am Kreuzkopf befestigt. An der Außenseite der Treibachse endlich befindet sich eine Kurbel, auf welche das andere Ende der Pläuelstange festgekeilt ist. Der Zusammenhang des ganzen Mechanismus ergiebt sich aus der Abbildung Seite 247.

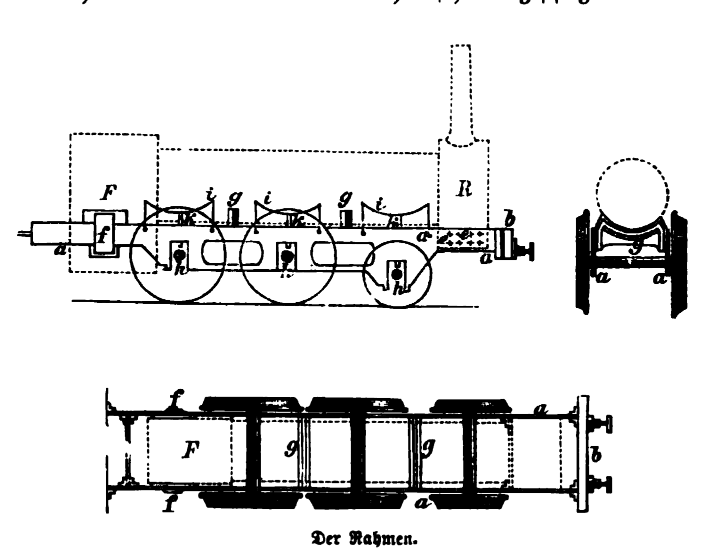
Es ist weiter zu bemerken, daß die Kurbel auf der einen Seite der Locomotive gegen jene auf der anderen Seite im rechten Winkel verstellt ist. Bildet also die Pläuelstange mit der einen Kurbel eine gerade Linie, so steht die andere Kurbel senkrecht. Jene befindet sich im »todten Punkt«, d. i. in einer Lage, in welcher sie keine Wirkung zu äußern vermag, die zweite Kurbel dagegen nimmt die Stellung der größten Wirkung ein. Beide Stellungen ergänzen sich also und bedingen die nothwendige gleichmäßige Bewegung der Treibachse.

Bei der Stellung der Coulisse, wie sie Seite 257 abgebildet ist, versperrt der Schieber beide Dampfschlitze und verbleiben auch dann in Ruhe, wenn die Treibachse bewegt würde. Nehmen wir nun an, daß der Führer den Reversirhebel nach vorwärts legt, so wird sich die Coulisse senken und sein Ende d wird das in seinem Schlitze befindliche Metallstück berühren. Dann stellen sich die Verhältnisse, wie die Abbildung auf S. 257 sie in einfachen Linien markirt. Das Excenter ist als eine kleine Kurbel gezeichnet, da sie principiell als solche wirkt; der Kreis den die Treibradkurbel beschreibt, ist punktirt. Man erkennt ohne weiteres, daß bei der Bewegung des Schiebers, welche zuerst nach rechts gerichtet ist, das Excenter und mit ihm die Treibradkurbel sich im Sinne des Pfeiles bewegen müssen. Die Locomotive läuft vorwärts. Wird hingegen der Reversirhebel nach rückwärts umgelegt, so hebt sich die Coulisse, das Metallstück kommt mit dessen unterem Ende c in Berührung und die Scheibe steht in directer Verbindung mit dem Excenter e'. Dieses Excenter ist, wie bereits erwähnt, gegen das Excenter e'' um 180 Grade verstellt. Besieht man sich die Zeichnung, so erkennt man sofort, daß nun gerade die entgegengesetzte Bewegung des Excenters und der Treibkurbel eintritt, als zuvor. Die Locomotive läuft rückwärts.

Wir haben weiter oben (Seite 254) erwähnt, daß in Anbetracht der wechselnden Ansprüche an die Leistung der Locomotive während der Fahrt, das Haushalten mit dem Dampfe zur Nothwendigkeit wird, und daß dies durch die Expansion erreicht wird. Man sperrt zu diesem Ende zeitweilig den Dampfzutritt in die Cylinder ab, oder man regulirt das Mehr oder Minder durch Beeinflussung der Schieberbewegung. Der Führer bewirkt dies durch ein bestimmtes Maß der Hebung oder Senkung der Coulisse, dessen Theile um so größere Wege zurücklegen, je weiter sie von der Mittellinie, d. h. von der Stelle, wo (in Abbildung Seite 257) die Schieberstange das Bogenstück mit dem Schlitz (d c) kreuzt, entfernt liegen. In dieser Stellung findet, wie wir erfahren haben, eine Bewegung der Schieberstange überhaupt nicht mehr statt; der Dampfzutritt in die Cylinder ist alsdann

gänzlich abgesperrt, während jedes Maß der Hebung (beziehungsweise Senkung) einer entsprechenden Menge von Dampf den Zutritt gewährt. Das Einlassen des Dampfes in die Cylinder überhaupt findet vermittelst des Regulators, den der Führer handhabt, statt.

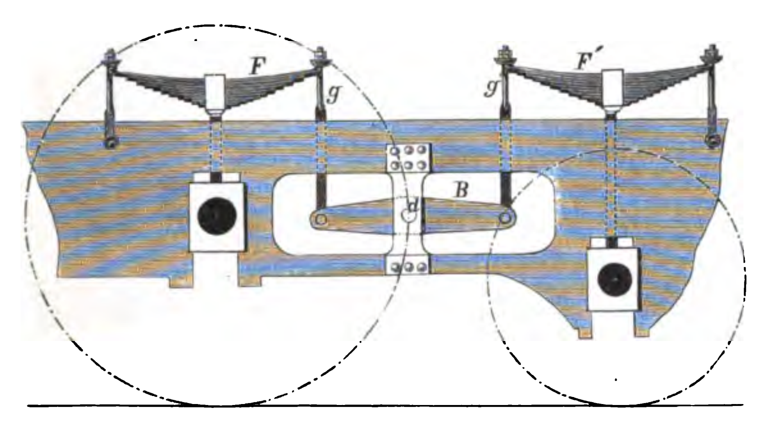
Nachdem wir die einzelnen Theile des Bewegungsmechanismus einer Locomotive kennen gelernt haben, erübrigen noch einige sachliche Bemerkungen über dieselben. Die Dampfcylinder, deren Durchmesser in Berücksichtigung der hohen Dampfspannung so construirt werden, daß sie für die Expansion, sowie für gutes Anfahren zur baldigen Erreichung der normalen Geschwindigkeit, endlich zum ökonomischen Dampfverbrauche gleich dienlich sind, werden durch Rippen verstärkt. Die Cylinderdeckel und deren Blechverschallung pflegen in den Füllungen schwächer zu sein als die Cylinderwand, damit sie bei Kolbenbrüchen in Mitleidenschaft gezogen werden, der Cylinder aber intact bleibe. Sowohl auf jedem Cylinder, als auf jedem Schieberkasten befindet sich eine automatische Schmiervase. Zur Anfeuchtung von Kolben und Schiebern bei langen Thalfahrten ohne Dampf wird Kesselwasser mittelst Rohrabzweigung eingelassen. Für Kolben ist die schwedische Art, mit selbstspannenden gußeisernen Doppelringen, die beste. Die Umsteuerung und Handhabung der Expansion geschieht, wie erwähnt, mittelst des Reversirhebels. Besser ist eine Combination von Schraube und Hebel; die Schraube allein hindert das schnelle Reversiren, kann wegen Erzielung möglichst weniger Umdrehungen nur mit grober Steigung construirt werden, wirkt daher wieder zum Expandiren nicht fein genug; der Hebel allein dagegen ist bei geöffnetem Regulator schwer zu handhaben. Rücksichtlich der Steuerungen finden sich geringfügige Abweichungen (System Groch, Allan), aber auch solche von eigenartiger Construction, wobei die Schieberbewegung durch ein vom Kreuzkopf ausgehendes Hebelwerk 2c. bewirkt wird. Wenn der Leser die weiterhin folgenden Locomotivtypen einer Musterung unterzieht, wird er ohne weiteres sowohl diese als andere Abweichungen von der principiellen Anordnung der einzelnen Locomotivtheile herausfinden und sich darnach selbstständig sein Urtheil bilden können.



Der Rahmen.

Wir kommen nun zum dritten Haupttheile der Locomotive, dem Wagen. Er dient zur Aufnahme des Kessels mit seiner Armatur und der Maschine und setzt sich aus dem Rahmen und den Achsen mit den Rädern zusammen. Der Rahmen (Frame) besteht aus zwei miteinander versteiften Längsträgern (a, a in Abbildung auf Seite 260), welche vorne durch die Pufferbohle (b), rückwärts durch den Zugkasten verbunden sind. Der Kessel kommt nicht unmittelbar auf den Rahmen, sondern auf Träger (G) zu ruhen. Die Schrauben e, e stellen eine feste Verbindung zwischen dem Rahmen und der Rauchkammer her, während die Feuerbüchse (F) sich (bei ff) in der Längsrichtung verschieben kann, wodurch der Kessel befähigt ist, sich unter der Einwirkung der Wärme in seinem Inneren ungehindert auszudehnen.

An den Rahmen befinden sich ferner Federn (i), welche mittelst Stützen (k) auf die Achslagekasten (h) drücken. Letztere sind in entsprechende Einschnitte in den

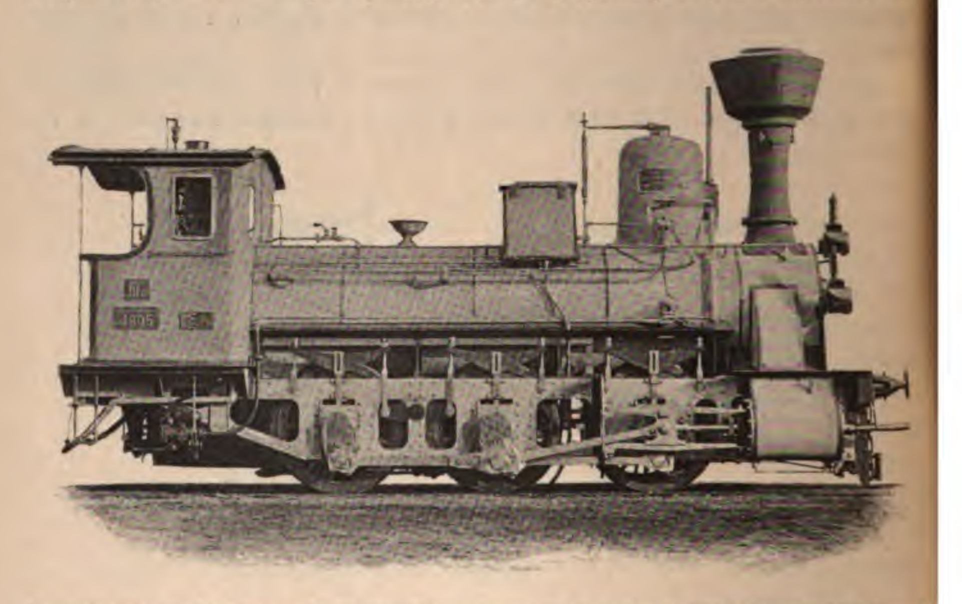


Balancier.

Rahmenblechen von unten her eingeschoben. In diesen Lagerkasten rotiren die Achsen der Räder. In der vorstehenden Abbildung ist diese Anordnung im Detail dargestellt. Hierbei tritt eine weitere Einzelheit hervor, welche der Erläuterung bedarf. Die Federn F und F¹ sind nämlich nur je einer Seite unbeweglich aufgehängt, während auf den Innenseiten eine eigenartige Anordnung getroffen ist, welche man »Balancier« nennt. Es ist dies ein Hebelbalken (B), welche um einen Fixpunkt (d) beweglich und mit je zwei benachbarten Federn verbunden ist (g, g). Die Federn haben die Bestimmung, die Erschütterungen, welche die Locomotive auf der Fahrt erleidet, zu mildern. Durch den Balancier wird dieser Zweck in noch höherem Maße erreicht. Jeder Stoß, welcher die Achse trifft, bewirkt eine, wenn auch nur geringe Verschiebung der Lagerkasten in den Rahmen und dadurch eine Mehranspannung der Feder. Durch den Balancier wird aber die Spannung auch auf die Nachbarfeder übertragen, wodurch ein Ausgleich der Spannung stattfindet. Jeder Stoß, welchen die eine Feder erleidet, wird von ihr auch der anderen mit-

getheilt, so daß jede der Federn nur die Hälfte der Beanspruchung zu verarbeiten braucht, also schwächer und mithin biegsamer construirt werden kann. Man rühmt den Locomotiven mit Balanciers einen besonders ruhigen und sicheren Gang nach.

Die Rahmen fallen bei genügend versteiften Doppelblechen leichter und fester aus, als aus einem Stücke. Die Ausschnitte zwischen den Lagerkästen werden in der Regel nach oben verengt, weil die Rahmen die Tendenz haben, während der Fahrt zu federn. Es ist von Vortheil, die Rahmenbleche nicht ganz an die Brust reichen zu lassen, damit bei Stößen eher die Befestigungswinkel abbiegen oder brechen. Außenrahmen neigen nämlich, weil sie so ziemlich in der Pufferlinie liegen,



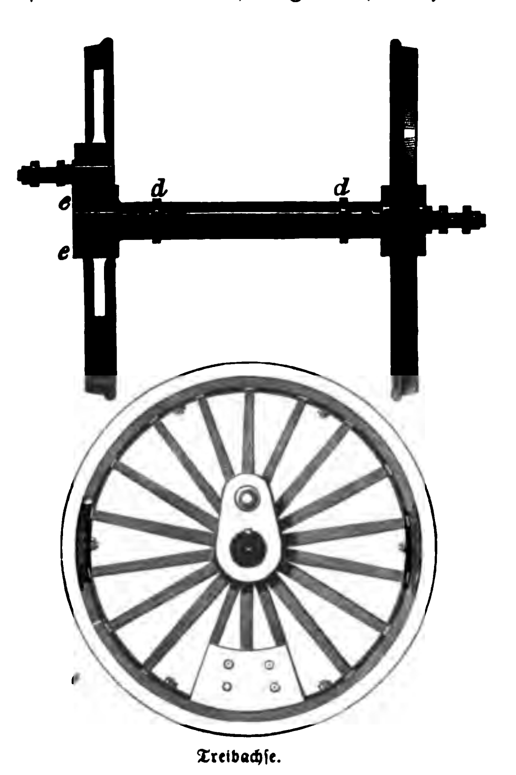
Lastzuglocomotive mit Außenrahmen. (Effective Dampfspannung 11 Atmosphären; totale Heizfläche 182·6 Quadratmeter; Dienstgewicht 40·6 Tons; Zugkraft 7 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik vorm. G. Sigl, Wr.-Neustadt.)

zu parallelen Verschiebungen und Abbiegungen. Es sind deshalb auch die elastischen Holzbrüste den ganz eisernen vorzuziehen.

Wie schon vorstehend angedeutet wurde, liegen die Rahmen bald außen, bald innen, d. h. die Räder stehen entweder vor oder hinter denselben. Die beigefügte Abbildung veranschaulicht die letztere Anordnung, welche übrigens viel seltener ist, als die erstere. Locomotiven mit Außenrahmen haben einen sehr ruhigen Gang, doch können sie nur mit größerem Raddurchmesser construirt werden. Bei Rädern unter 1·5 Meter Durchmesser, also ziemlich tiefer Lage des Rahmens, kann das Normalprofil des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen (vgl. S. 96) nicht eingehalten werden, indem die Cylinder, Kurbeln, Steuerungswellen u. s. w. in die zwei untersten Stufen des Profils fallen, und es wurde vergebens versucht

diese Stufen abzuschrägen und das Normale zu ändern, so daß bei Einhaltung desselben Innenrahmen und Räder von mindestens 1·26 Meter Durchmesser gewählt werden. Beides bedauerlich in Bezug auf den ruhigen Gang und die Leistung der Locomotiven.

Mitunter werden auch die Cylinder und überhaupt das ganze Triebwerk nach innen verlegt, eine Anordnung, die hauptsächlich in England beliebt ist. Der Mechanismus wird dadurch sehr von äußerem Einfluß geschützt, ist aber schwer zugänglich und gestattet keine raschen Reparaturen. In diesem Falle ist auch eine besondere Form der Radachsen nothwendig, auf welche wir sofort zu sprechen kommen.

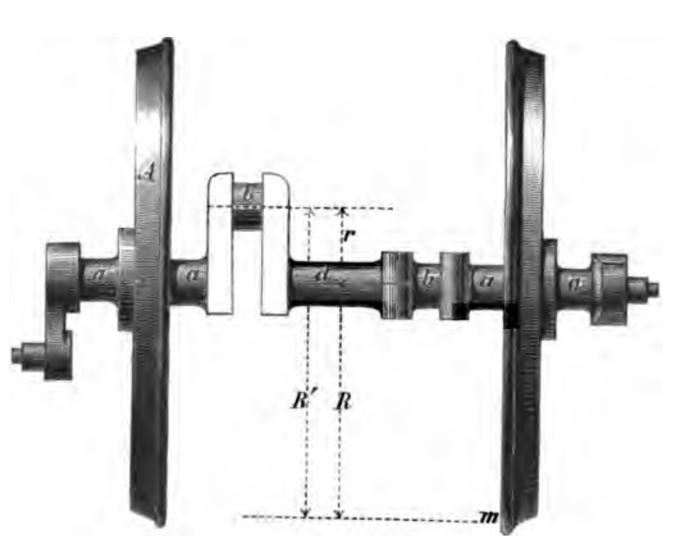


Treibachse.

Die Zahl der Achsen einer Locomotive ist verschieden. Die kleinsten Typen weisen nur zwei Achsen auf, andere sind mit drei Achsen ausgerüstet, wieder andere mit 4, 5, ja selbst 6 und 7 Achsen, wobei aber die beiden vordersten an einem besonderen Gestelle — dem Truckgestelle — montirt sind, welches mit dem Rahmen nicht fest verbunden wird, sondern um einen centralen Zapfen sich bewegt. Dadurch stellt sich der Truck in den Curven radial ein, was bei dem langen totalen Radstand der vielachsigen Maschinen absolut nothwendig ist. Der Bestimmung nach unterscheidet man Treibachsen und Laufachsen. Mit einer einzigen Ausnahme (beim Duplexsysteme, auf das wir weiter unten zurückkommen) hat jede Locomotive nur eine Treibachse. Die übrigen Achsen sind Laufachsen. Der Durchmesser der Räder einer und derselben Locomotive ist entweder der gleiche, oder er ist bei den Rädern der Treibachse größer als bei den Laufachsen. Den kleinsten Durchmesser haben die Räder der Trucks. Der größere Durchmesser der Treibräder charakterisirt den Schnellläufer, das vier- und fünfachsige Laufwerk mit gleich dimensionirten Rädern, welche überdies noch durch eine später zu besprechende Anordnung gleichzeitig mit der Treibachse zur Arbeit herangezogen werden, kennzeichnet die schwere Lastmaschine.

Eine Treibachse mit Rädern veranschaulicht die beigegebene Abbildung. Der in den Lagern laufende Theil ist mit a bezeichnet; der »Bund« d verhütet die

seitliche Bewegung der Lager. Die Räder sind auf der Achse derart aufgekeilt, daß sich beide gemeinschaftlich drehen. Wir sehen in der Abbildung die Kurbel und zwischen den Speichen des Rades das sogenannte Gegengewicht, welches die Bestimmung hat, die gefährlichen Einflüsse, die aus der Bewegung der horizontal hin- und herlaufenden Maschinentheile für den ruhigen Gang der Locomotive entstehen, nach Thunlichkeit aufzuheben. Eine andere, vorwiegend in England beliebte Construction zeigt die hier stehende Figur. Es ist dies die sogenannte »gekröpfte Achse«; sie ist an vier Stellen, bei a' a' und a a, gelagert; bei b und b greifen die Pläuelstangen an, welche die Bewegung der Kolben auf die Achsen übertragen. Es ist klar, daß bei einer solchen Anordnung die Cylinder innerhalb der Rahmen liegen müssen, was, wie bereits hervorgehoben, sehr von Vortheil für den ruhigen Gang der Locomotive ist.



Gekröpfte Achse.

Es ist einleuchtend, daß das Gesammtgewicht der Locomotive sich auf deren sämmtliche Achsen entweder gleichmäßig, oder nach einem bestimmten Schema vertheilt. Beträge beispielsweise ersteres 30 Tons und wären drei Achsen mit Rädern von gleichem Durchmesser vorhanden, so entfällt auf jede Achse ein Gewicht von 10 Tons. Die Leistungsfähigkeit einer Maschine hängt aber — alle anderen Factoren beiseite gelassen — von dem Widerstande ab, den die Treibräder auf den Schienen finden, d. h. von dem Maße der Reibung, das zwischen Rad und Schiene besteht. Arbeiten nun die Treibräder für sich allein, so wird dieser Widerstand (Adhäsion) bedeutend geringer sein, als wenn auch die Laufachsen der Adhäsion dienstbar gemacht werden. Zu diesem Ende werden sie mit der Treibachse »gekuppelt«, d. h. es werden entsprechende Verbindungsstangen (Kuppelstangen) derart eingelegt, daß sie sämmtliche Achsen miteinander verbinden. Selbstverständlich erhalten die Laufachsen dann gleichfalls Kurbeln.

Es empfiehlt sich, sämmtliche gekuppelte Achsen gleich zu belasten, damit die Abnützung der betreffenden Radreifen und damit die Raddurchmesser möglichst gleichmäßig ausfallen. Sind noch ungekuppelte Laufachsen vorhanden, so giebt man

diesen zweckmäßig eine geringere Belastung als den Treibachsen, um das adhärirende Gewicht der Maschine nicht zu sehr zu vermindern. Für das Maß der Belastung der Achsen bestehen theils Vorschriften, theils ergiebt es sich aus der Erfahrung. Schwere Maschinen beanspruchen der Natur der Sache nach eine größere Achsenzahl, weil der sehr lange Kessel einer entsprechenden Unterstützung bedarf, um vorne und hinten nicht übermäßig auszuladen, was einen sehr unruhigen Gang zur Folge hat; außerdem darf eine einzelne Achse über ein gewisses Maß hinaus (etwa 14 Tons) nicht belastet werden.

Die Vielzahl der Achsen bedingt, bei sonst gleichen Verhältnissen, kleinere Raddurchmesser; die Achsen werden gekuppelt und wird dann die Locomotive, je nachdem 3, 4 oder 5 gekuppelte Achsen vorhanden sind, »Sechskuppler«, beziehungsweise »Achtkuppler« und »Zehnkuppler« (nach der Zahl der Räder) genannt. Da bei gleicher Kolbengeschwindigkeit auch die gleiche Zahl von Radumdrehungen erzielt wird, leuchtet ein, daß in derselben Zeit ein größeres Rad eine größere Wegstrecke zurücklegen wird als ein kleineres Rad, entsprechend der Verschiedenheit ihrer Radumfänge. Darnach richtet sich nun die Fahrgeschwindigkeit. Nehmen wir an, wir hätten drei Typen: 1. eine Eilmaschine mit Treibrädern von 1·7 Meter Durchmesser, 2. eine Personenzugmaschine mit Treibrädern von 1·5 Meter Durchmesser, und 3. eine Lastmaschine mit Treibrädern von 1·2 Meter Durchmesser. Nehmen wir ferner vier Radumdrehungen per Secunde mit Bezug auf zulässige Kolbengeschwindigkeit als Maximum an, so ergiebt sich eine Fahrgeschwindigkeit pro Stunde

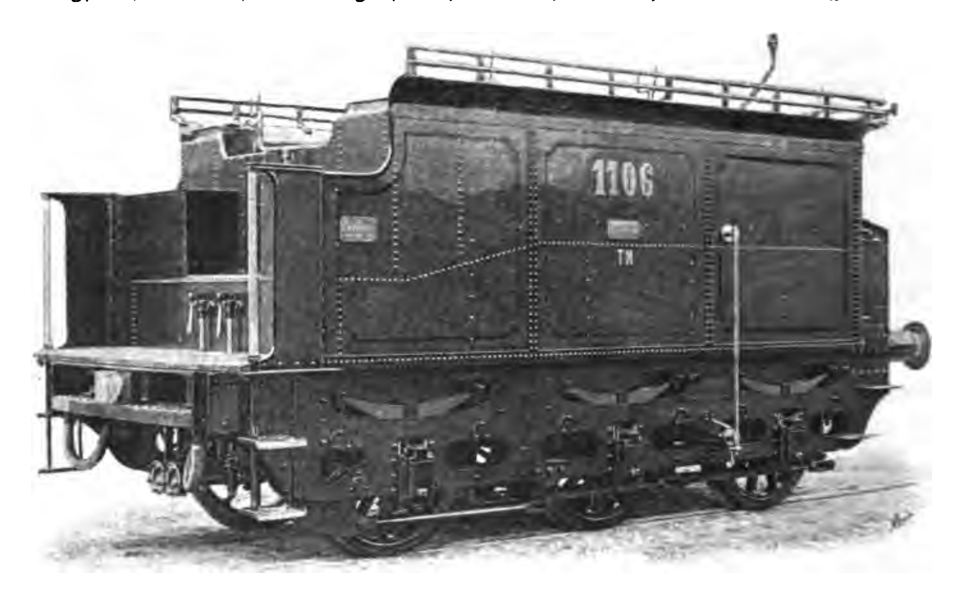
für Type 1. . . . . 79 Kilometer
» » 2. . . . . 71 »
» » 3. . . . . 54 »

Zwei Meter Treibraddurchmesser würden für die Eilmaschine 90 Kilometer Geschwindigkeit ergeben. Selbstverständlich sind bei diesem Vergleiche die gleichen Bahnverhältnisse vorausgesetzt.

Da die Locomotive nur als Fahrapparat aufzufassen ist, bedarf sie noch eines integrirenden Theiles, in welchen das zur Inbetriebsetzung der ersteren nothwendige Brennmaterial und Wasser untergebracht ist. Dieser integrirende Theil ist der Tender, ein vier- oder sechsrädriger, ganz aus Eisen construirter Wagen, dessen Innenraum aus einer hufeisenförmigen, den ganzen oberen Raum einnehmenden Cisterne für das Wasser und einem zwischen den Schenkeln der Cisterne sich ergebenden Behälter für den Brennstoff besteht. Die Plattform des Tenders hat gleiche Höhe mit dem Führerstande (nur bei den amerikanischen Locomotiven liegt letzterer höher), um eine bequeme Hantirung mit dem Brennmaterial zu ermöglichen. Das Tendergewicht mit vollen Vorräthen ist sehr bedeutend und beträgt mitunter über 30 Tons. Gelenke, Schlußbolzen und Nothketten stellen die Verbindung zwischen Tender und Locomotive her. Der Kasten des Tenders soll nicht abnehmbar, sondern mit dem Chairs, welche ihrerseits mit dem Rahmen aus einem Stücke sind, fest verbunden, die obere Decke nach vorne abfallend sein. Unter allen Um-

ständen sind dreiachsige Tender (in Amerika giebt es vierachsige, je zwei Achsen zu einem Truck vereinigt) die empfehlenswerthesten, weil sie bei größtem Wasserinhalt von 9 Cubikmeter und gleichem Raum für Brennstoff, also fast 10 Tons Kohlen fassend, eine günstige Radbelastung, 50 Procent mehr Bremswirkung, mehr Schonung der Achsen und Radreifen und mehr Sicherheit überhaupt bieten als zweiachsige.

Um das zum Verdampfen erforderliche »Speisewasser« aus dem Kessel in den Tender zu bringen, bediente man sich früher ausschließlich der Druck- und Saugpumpen. Sie sind indes größtentheils durch den Injector verdrängt worden.



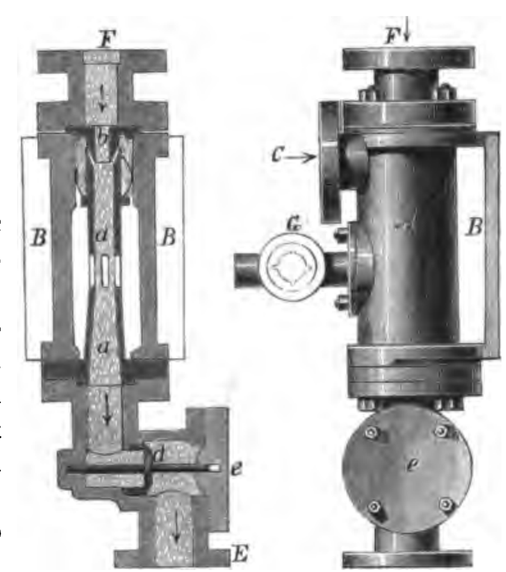
Tender.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: F. Ringhoffer in Smichow.)

Derselbe steht bei C (in Abbildung auf Seite 267) mit dem Tenderwasser, bei r mit dem Dampfraum des Kessels in Verbindung. Der eintretende Dampf durchströmt die Düse b und das Rohr a mit großer Geschwindigkeit, reißt die ihn umgebende Luft mit sich und erzeugt auf solche Weise eine bedeutende Luftverdünnung. In Folge dessen tritt das Speisewasser durch den Rohrstutzen C und die Schlitze zwischen b und a in das Rohr a, öffnet das Ventil d und fließt durch E in den Wasserraum des Kessels.

In Anbetracht des ansehnlichen Gewichtes, das der Tender besitzt, erscheint es begreiflich, daß die Maschinenbauer der Idee näher traten, dasselbe für die Adhäsion auszunützen. Das war insbesondere in der Zeit, als die ersten Gebirgsbahnen in Betrieb gesetzt wurden, der Fall. Man trachtete dieses Ziel auf zweierlei Wege zu erreichen: erstens, indem man den (im Uebrigen für den Kohlenbedarf

eingerichteten) Tender mittelst eines gemeinschaftlichen Rahmens mit der Locomotive eng verband und dadurch ein langes, auf zehn Rädern ruhendes Ganzes erhielt. Der Urheber dieser auch in die Praxis übertragenen Idee war Ingenieur Engerth. Das Wasser führte diese Maschine in großen Kästen zu beiden Seiten des Kessels mit sich. Bei der zweiten, gleichfalls von Engerth herrührenden Construction — der eigentlichen »Tenderlocomotive« — befindet sich gar kein Tender und führt auch selbe den Brennstoff in entsprechenden Behältnissen mit sich.

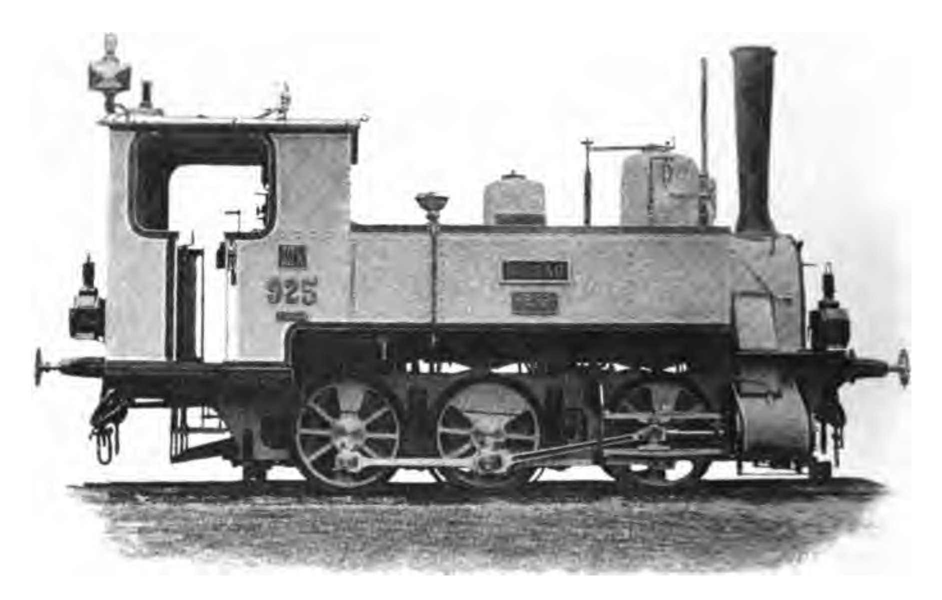
Während die erstere Art sich nicht bewährt hat und das zu erhöhende Adhäsionsgewicht der Maschinen in anderer Weise erreicht wurde, haben die eigentlichen Tenderlocomotiven immer mehr Anklang gefunden und werden zur Zeit in der verschiedensten Weise construirt. Da sie das Adhäsionsgewicht der Maschine erhöhen, die zum Fortbewegen des Schlepptenders erforderliche Zugkraft aber ersparen, sind sie principiell sehr von Nutzen. Anderseits freilich gestatten das geringere Totalgewicht, die Beschränktheit des Vorrathes und das während der Fahrt abnehmende Gewicht in Folge Materialverbrauches nur eine beschränkte Anwendung, z. B. auf Localstrecken oder Gebirgsstrecken von geringer Ausdehnung, sowie bei mäßiger Fahrgeschwindigkeit. Ein weiterer Vortheil ist, daß die Tendermaschinen gleich gut vorwärts und rückwärts fahren, also an den Endstationen nicht gedreht zu werden brauchen. Zu den Uebelständen sind ferner zu zählen: geringe Heizfläche, oftmaliges Anhalten zur Ergänzung der Vorräthe, unruhiger Gang und Complicirtheit der Construction. Von den verschiedenen Typen von Tendermaschinen führen wir hier zwei derselben vor, deren eine die gewöhnliche Type für den Localverkehr darstellt, während die andere, nach dem System Kamper-Demmer — eine schwere Gebirgstendermaschine, wie solche auf der Arlbergbahn im Dienste stehen, zur Anschauung bringt. Diese letztere greift auf das ältere Engerth'sche Princip zurück, jedoch mit der Modification, daß hier ein zweirädriger Schlepptender vermittelst eines gemeinsamen Rahmens mit der rückwärtigen Kuppelachse in fester Verbindung steht. Das Räderpaar des Tenders ist als Truckgestell construirt, um die nothwendige Geschmeidigkeit des ganzen Fahrzeuges in den Curven zu erzielen.



Injector.

Ueberblicken wir Alles, was wir über die Construction der Locomotive, das Ineinandergreifen ihrer einzelnen Theile und das Zusammenwirken der die Fort-

bewegung besorgenden Organe vorgebracht haben, so ergiebt sich ohne weiteres, daß neben dem rein Typischen so vielfache Punkte zu zweckmäßigen Verbesserungen sich ergeben, daß die große Zahl von Typen, die man in allen Ländern antrifft, nicht Wunder nehmen kann. Dem Leser wird es genügen, wenn er die im einleitenden Capitel vorgeführten Constructionen, sowie die speciell diesen, dem Maschinenwesen gewidmeten Blättern beigegebenen Abbildungen überprüft. Keine der vorgeführten gleicht, soweit es sich um das Detail handelt, der anderen. Und dabei ist die gegebene Auslese verhältnißmäßig eng begrenzt, denn es war nicht angänglich, die von jeder Werkstätte construirten Typen bildlich vorzuführen, so



Tenderlocomotive für Secundärbahnen. (Effective Dampfspannung 12 Atmosphären; totale Heizfläche 52·8 Quadratmeter; Dienstgewicht 25·5 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik vorm. G. Sigl, Wr.-Neustadt.)

interessant eine solche Nebeneinanderstellung gewesen wäre, sowohl für den verständnißvollen Laien als für den Fachmann. Beträgt doch die Zahl der von den hervorragendsten Werkstätten des In- und Auslandes dem Verfasser bereitwilligst zur Verfügung gestellten Photographien von Typen weit über anderthalbhundert!

Betrachten wir nun die Beziehungen, welche zwischen den Locomotiven und dem Oberbau bestehen. Von hervorragendem Einfluß auf letzteren ist der sogenannte Radstand, d. i. die Entfernung der beiden Endachsen von einander. Um in den Bahnkrümmungen einen geringen Widerstand zu erhalten, darf der Radstand ein gewisses Maß nicht überschreiten. Man wählt daher in der Regel einen sehr kleinen Radstand, wodurch die Locomotive ihren sicheren Gang in den geraden Strecken einbüßt, da die überhängenden Theile mit ihren sehr ansehnlichen Gewichten sehr

groß werden. Bei einigermaßen gesteigerter Geschwindigkeit entstehen große, senkrecht und seitlich wirkende Kräfte, welche den Oberbau sehr in Anspruch nehmen. Der kurze Radstand ist daher nicht zweckmäßig, wenn die Länge der Curvenstrecken bedeutend geringer ist, als die der geraden Strecken. Der Reibungsverlust, welcher in den Geleiskrümmungen durch den größeren Radstand entsteht, wird reichlich aufgewogen durch die bessere und sichere Führung und den ruhigeren Gang der Locomotive, demzufolge also durch geringeren Widerstand in den geraden Strecken. Der größere Radstand bringt das gefährliche »Nicken« (Galoppiren) in der Verticalebene, sowie das »Schlingern« in der Horizontalebene zum Verschwinden.

Das beste Material für Achsen ist Tigelgußstahl. Die Achse ist sozusagen die Basis alles technischen Eisenbahnwesens und verdient sonach höchste Beachtung,



Lastzug-Tenderlocomotive, System Kamper-Demmer. (Totale Heizfläche 164 Quadratmeter; Dienstgewicht 76·8 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Wiener Locomotiv-Fabriks-Actiengesellschaft, Floridsdorf.)

so daß Bedenken gegen den hohen Preis des Gußstahles keine Geltung haben und getrachtet werden muß, der Unsicherheit gegenüber dem Eintritte des Bruches möglichst Schranken zu setzen. Auch sind die Achsbrüche seit der allgemeinen Anwendung des Bessemerstahles nicht vermindert worden. . . . Als Radgestelle verwendet man überwiegend solche aus Schmiedeeisen, und zwar mit massiven, ungenieteten Speichen, weil bei gußeisernen Naben das Loswerden der Speichen bald eintritt. Radsterne mit Speichen von ovalem Querschnitt siud sehr schön und fest. Daß Räder mit massiven Speichen weniger elastisch sind als solche mit genieteten und getheilten Speichen, ist eher ein Vorzug als ein Nachtheil für das Festhalten des Reifes. Stahlscheibenräder sind gleich empfehlenswerth; dagegen haben sich Räder mit Holz- und Papierscheiben nicht bewährt. Für die Radreifen wird allgemein noch das billigere Material vorgezogen, obwohl das beste Material, der im Preise etwas höher stehende Tigelgußstahl, erwiesenermaßen ökonomisch das Vortheilhafteste und das Sicherste ist.

Die kegelförmige Lauffläche der Räder entsprechend der Schienenneigung, hält sich im Betriebe bekanntlich nur kurze Zeit; die Flächen werden bald cylindrisch. Thatsächlich haben Versuche ergeben, daß Fahrzeuge mit cylindrisch abgedrehten Rädern keinen Unterschied im Gange erkennen ließen, gegen solche mit kegelförmig abgedrehten Rädern. Je steiler der Kegel für die Lauffläche genommen wird, um so mehr Material geht beim Nachdrehen der Räder in die Späne.

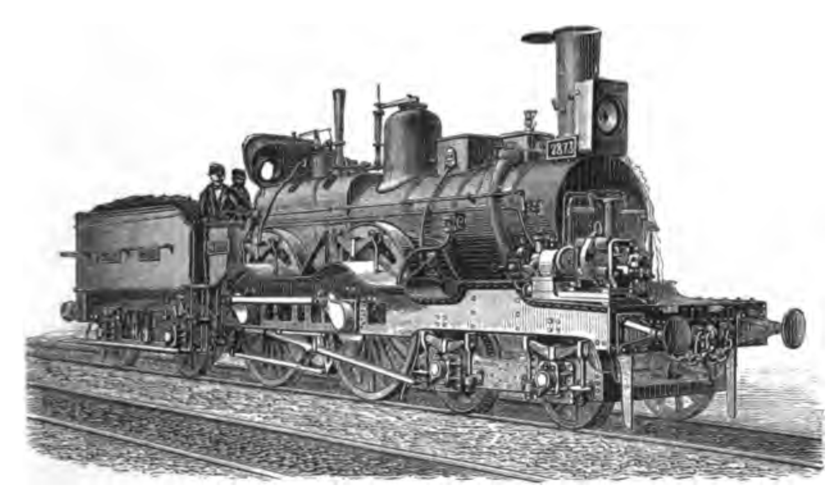
Was den Kessel anbelangt, hält man an seiner Form und Anordnung mit großer Consequenz fest, und greifen Abweichungen von demselben nur in geringem Maße Platz. Dasselbe gilt von der Lage des Kessels. Die jetzige tiefe Lage, in Verbindung mit der tiefen Feuerbüchse, ist eine Folge des kurzen Radstandes, von dem abzugehen man sich schwer entschließt. Die amerikanischen Maschinen mit ihrem großen totalen Radstande haben den Kessel durchwegs hoch, mitunter außergewöhnlich hoch liegen, so daß die Kesselträger als förmliche Tragsäulen erscheinen. Ein Uebelstand ist es ferner, daß man behufs Erzielung einer großen indirecten Heizfläche die Zahl der Siederohre thunlichst groß nimmt. Dadurch werden die Zwischenräume sehr eng, und da selten gutes Speisewasser zur Verfügung steht, werden jene Zwischenräume durch Kesselstein versperrt. Ebenso werden durch die große Zahl der Rohre die Stege zwischen den Rohrlöchern in den Rohrplatten sehr schmal, so daß sie leicht brüchig werden und nach kurzem Gebrauche ausgewechselt werden müssen.

Bei den Stehbolzenkesseln bildet jeder Bolzen einen schwachen Punkt, wodurch Reparaturen häufig nothwendig werden. Dieselben beanspruchen jedoch sehr viel Zeit und bedingen in Folge dessen einen größeren Reparaturstand und größere Räumlichkeiten zur Vornahme der Reparatur. Aus diesem Grunde treten die sonstigen Vortheile des Stehbolzenkessels zurück und hat man denselben neuerdings mit Glück durch den Wellrohrkessel ersetzt. Das Kupfer für die Feuerbüchse leistet bei mäßiger Inanspruchnahme der Locomotivkessel ausgezeichnete Dienste; dieselben vermindern sich aber zusehends, wenn der Kessel sehr angestrengt wird. Die Frage nach einem geeigneten Material steht sonach noch offen. Desgleichen sind die vortheilhafte Luftverdünnung in der Rauchkammer für eine gute Verbrennung der Kohle, die Größenverhältnisse der Rostfläche und ihre Luftweite noch lange nicht in dem Maße erprobt, um das relativ Günstigste feststellen zu lassen.

Was schließlich die äußere Ausstattung der Locomotiven anbetrifft, sollte nicht übersehen werden, daß sie nicht nur ein zweckmäßiges, sondern auch dem Auge ein wohlgefälliges Object abzugeben haben. In dieser Beziehung wird jetzt, wo den Fahrbetriebsmitteln im allgemeinen große Aufmerksamkeit geschenkt wird, der bei den Personenwagen bereits zum Luxuriösen hinanreicht, Großes geleistet. Die modernen Maschinen sind vielfach bis ins Einzelne wahre Kunstwerke der Mechanik und der äußeren Ausstattung. Am weitesten hierin gehen die Engländer. Aber auch in Deutschland und Oesterreich wird dem Maschinenbau die weitgehendste Sorgfalt zugewendet, dabei jedoch alles überflüssige Zierat vermieden. Man legt Gewicht

auf schöne Arbeit, besonders der blanken Theile, und gute Lackirung der rohen Flächen, was in Anbetracht des hohen Preises dieses kostspieligen Objectes nur zu gerechtfertigt ist. Die Amerikaner geben ihren Locomotiven eine bunte, phantastische Bemalung und lackiren vielfach auch die blanken Theile. Blank bearbeitet sollen sein: die Außenflächen der Radreifen, die Achsen, Treib- und Kuppelstangen sammt Lagern, Führungen und Kurbeln, Achslager sammt Backen, die ganze Steuerung und Armatur nebst den Kupferröhren. An englischen Maschinen sind vielfach auch die Schornsteine blank bearbeitet.

Die Locomotiven neuer Construction sind durchwegs mit selbstthätigen Bremsen ausgestattet, über deren Construction in einem späteren Abschnitte berichtet wird. Ein weiteres Ausrüstungsstück bilden die Signallampen an der



Locomotive mit Sedlaczek's Lampe.

Brust der Maschine, über welche weiter nichts zu sagen ist. Der Versuch mit elektrischem Licht hat zu keinem befriedigenden Resultate geführt. Eine Locomotivlampe dieser Art haben vor einigen Jahren Sedlaczek und Wikulill construirt. Die Lampe ist mit einem Reflector versehen und um die Laterne, welche nach amerikanischer Art unmittelbar vorne am Schornstein der Locomotive befestigt ist, eingesetzt. Die Laterne ist vorne durch Glimmerplatten gegen den Luftzug geschützt, und ein hinter den Glimmerplatten angebrachtes, aus einigen Eisenstäben bestehendes Gitter verleiht ersterer hinreichende Festigkeit. Die Laterne kann vom Standpunkte des Führers auch seitlich gedreht werden, um beim Befahren der Curven auch diese zu beleuchten. Bei einer Lichtstärke von 4000 Normalkerzen erhellt sie die Strecke ein bis zwei Kilometer weit, läßt Signale auf sehr bedeutende Entfernungen vollkommen scharf und deutlich erkennen, beeinflußt die Farben der Signallichter absolut nicht und brennt trotz der heftigen Stöße, die sie erleiden muß, vollkommen ruhig. Den Strom für die Lampe liefert eine Schuckert'sche Flachring-

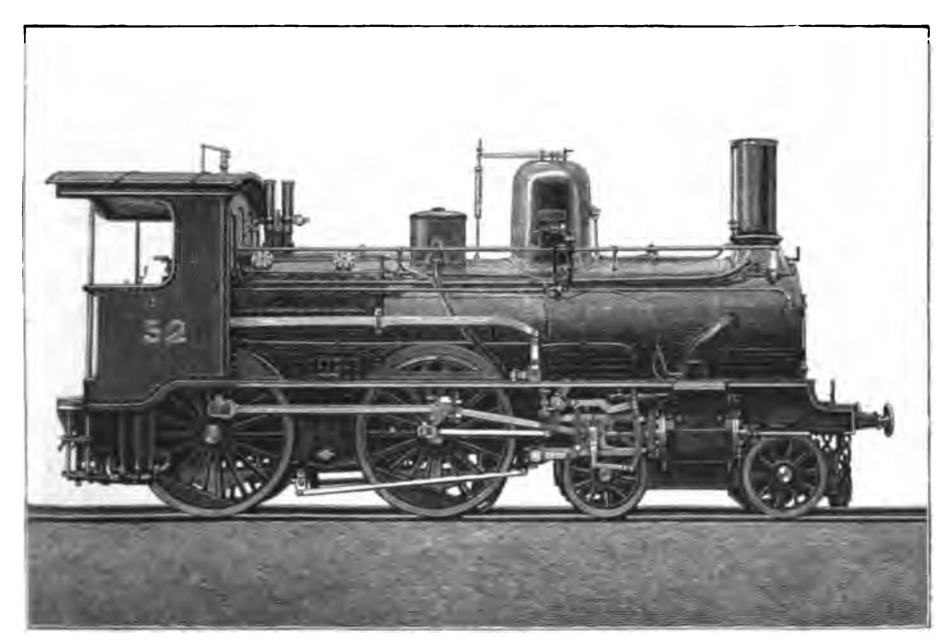
maschine, welche von einer Brotherhood'schen Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Letztere bezieht ihren Dampf aus dem Kessel der Maschine und ist mit der Lichtmaschine durch directe Kuppelung verbunden. Die Lichtmaschine ist sammt der Dampfmaschine entweder hinter dem Schornstein auf dem Dampfkessel, oder auf dem Gestelle montirt. Letztere Anordnung zeigt die beigegebene Abbildung.

Wir kommen nun auf ein wichtiges Thema des Eisenbahnmaschinenwesens zu sprechen: die Leistungsfähigkeit der Locomotiven. Andeutungen hierüber wurden bereits auf den voranstehenden Blättern gemacht. Es kommen hierbei zwei Gesichtspunkte in Betracht, die Leistungsfähigkeit der Maschinen in Bezug auf ihre Construction und Gliederung nach Typen, und das Maß der Ausnützungsfähigkeit jeder einzelnen Locomotive. Letzterer Factor hängt von der Dotation der Fahrbetriebsmittel, von der Länge der Bahn und der Dichtigkeit des Verkehrs ab. Es leuchtet ein, daß eine geringe Zahl von Locomotiven, welche auf langen Strecken rollen und überdies einen lebhaften Verkehr zu bewältigen haben, mehr angestrengt werden, als in Fällen, wo sich diese Verhältnisse günstiger stellen. Die Leistung der Maschinen wird daher je nach den Umständen eine sehr verschiedene sein, indem einige derselben bis 40.000 Kilometer im Jahre durchlaufen, woran sich Abstufungen bis zur Hälfte dieser Zahl und selbst weit darunter anschließen. Die größte Leistung repräsentiren die Eilmaschinen (mit durchschnittlich 35.000 Kilometer pro Jahr, alsdann die Personenmaschinen mit 25.000 und die Lastmaschinen mit 20.000 Kilometer.

Die Wahl der Locomotiven hängt lediglich vom Verkehr ab. Werden Eilzüge nicht erforderlich und sind mit Bezug auf den Lastentransport keine größeren Steigungen vorhanden, so wird man mit Sechskupplern das Auslangen finden. Hierbei empfiehlt sich eine Dotation mit einer möglichst geringen Zahl von Typen, weil deren verschiedene Leistungsfähigkeit nach der einen oder anderen Richtung Störungen in der Calculation ergiebt und überhaupt Erschwernisse in der Betriebsführung zur Folge haben kann. Grundsätzlich ist daran festzuhalten, daß es für jede Bahn eine gewisse beste Type giebt, welche auf einer anderen Bahn nicht in dem gleichen Maße, oder überhaupt nicht entspricht. Da nun die Bahnverhältnisse je nach der Rangordnung der Schienenwege, sowie die an die verschiedenen Kategorien des Verkehrs gestellten Anforderungen sehr ungleich sind, hat sich im Laufe der Zeit die Zahl der Typen ganz unverhältnißmäßig vergrößert. Dadurch wird nicht nur die Wahl brauchbarer Typen erschwert, sondern es tritt auch noch der Uebelstand ein, daß besonders complicirte Systeme Leuten anvertraut werden, die auf eine vorwiegend praktische Schulung zurückblicken, den subtilen Constructionen sonach nicht die ihnen zukommende Aufmerksamkeit widmen.

Trotz alledem wäre es ein schwerer Fehler, bei der Wahl der Typen auf engherzige Uniformität bedacht zu sein. Das Individualisiren ist ja einer der charakteristischesten Züge im modernen Eisenbahnwesen, so viele Fachmänner auch dagegen sein mögen. Bezüglich der Locomotiven handelt es sich vornehmlich darum, Maß

zu halten und alle Factoren zu erwägen, welche bei der Ausnützung der Maschinen in Betracht kommen oder kommen könnten. Thatsache ist, daß das Eisenbahnmaschinenwesen im gleichen Schritt mit der Entwickelung des Bahnbaues überhaupt sich ausgestaltete. Man hat aber auch hier die Zersplitterung zu weit getrieben, indem man fast für jede unter außergewöhnlichen Verhältnissen entstandene Bahn, eine denselben entsprechende Type construirte. So hatten die ersten Gebirgsbahnen (Semmering, Brenner) besondere Constructionen im Gefolge, welche hinterher wieder beseitigt wurden, nachdem sich ergeben hatte, daß zu deren Betrieb die landläufigen Systeme ausreichen.



Eilzug-Locomotive für Sicilien. (Effective Dampfspannung 10 Atmosphären; totale Heizfläche 119 Quadratmeter; Dienstgewicht 42·5 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenfabrik der österr.-ungar. Staatseisenbahn-Gesellschaft.)

Sieht man von allen außergewöhnlichen Umständen ab, so ergiebt sich, daß eine Hauptbahn mit einer verhältnißmäßig geringen Zahl von Typen das Auslangen finden wird. Dieselbe wird bedürfen: eine Eilmaschine mit zwei gekuppelten und einer oder zwei Laufachsen und einem Dienstgewichte von 40 bis 50 Tons; eine Personenmaschine mit zwei oder drei gekuppelten Achsen und einem Dienstgewichte von 35—40 Tons; eine leichte Lastmaschine mit drei gekuppelten Achsen (ohne Laufachsen) und einem Dienstgewichte von durchschnittlich 40 Tons; eine schwere Lastmaschine mit gekuppelten Achsen und einem Dienstgewichte von 50—60 Tons; schließlich eine Rangirmaschine mit zwei oder drei gekuppelten Achsen und einem Dienstgewichte von durchschnittlich 35 Tons. Unter »Dienstgewicht« ist die volle Ausrüstung

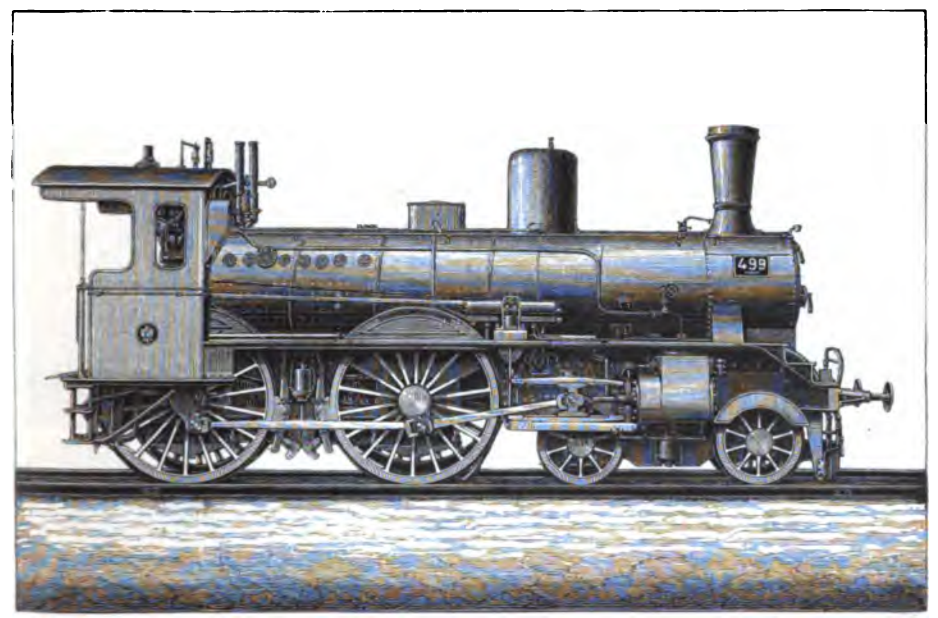
mit Wasser und Brennmaterial zu verstehen. Für sämmtliche Typen genügt eine Dampfspannung von 10 Atmosphären, ein Kesseldurchmesser von 1·3—1·5 Meter, ein Raddurchmesser für die Eil- und Personenmaschinen von 1·5—1·7 Meter und totale Heizflächen zwischen 120—150 Quadratmeter. Die Leistung wird sich dann bei den Eilmaschinen mit 110—120 Tons, bei den Personenmaschinen mit 220 bis 250 Tons, bei den Lastmaschinen beider Kategorien mit 300—400 Tons, und bei den Rangirmaschinen mit 200 Tons und darüber stellen.

Rücksichtlich der schweren Lastmaschinen besteht die Schwierigkeit, daß die Bahnverhältnisse auf deren rationelle Ausnützung sehr ungünstig einwirken können. Nehmen wir z. B. an, eine Bahn setze sich zu gleichen Theilen aus starken Steigungen und ebenen Strecken zusammen. Die ersteren würden dann einen schweren Achtkuppler erforderlich machen, der in der ebenen Strecke nicht voll ausgenützt werden könnte. Die ideale Ausnützung des Achtkupplers ist aber auch unter günstigen Bahnverhältnissen auf ebenen Strecken nicht möglich, weil so bedeutende Lasten ohne Gefährdung der Zugvorrichtungen nicht mehr transportirt werden können. Außerdem versperren übermäßig lange Züge den Bahnhofraum der kleineren und selbst der mittelgroßen Stationen. Man wird daher selbst auf Bahnen mit ungünstigen Steigungsverhältnissen die Sechskuppler ausnützen können, wenn der Procentsatz der größeren Steigungen (d. i. über 1 Procent) im Ganzen 50 Procent nicht erreicht. Bei jedem Mißverhältniß zwischen den Streckenlängen der starken Steigungen und der schwachen Steigungen, wobei als Mißverhältniß der geringe Procentsatz der ersteren Streckenlänge zu verstehen ist, werden die Sechskuppler, beziehungsweise der Nachschubdienst am Platze sein.

Was die Eilmaschinen anbelangt, hängt ihre Leistungsfähigkeit von dem Grade ihrer Ausnützung im Sinne der Geschwindigkeit und der zu bewegenden Last ab. Beide haben im Laufe der Zeit eine ganz erhebliche Steigerung erfahren. Früher waren die Eilzüge aus wenigen, nicht schweren Wagen zusammengesetzt, und die Geschwindigkeit betrug selten über 50 Kilometer, ja sie hält sich vielfach auch heute noch auf dieser Höhe. Der Eilverkehr hat sich aber, wie gesagt, außerordentlich entwickelt, vornehmlich auf den langen durchgehenden Linien im internationalen Anschlußverkehr. Die Wagen sind immer schwerer geworden und haben in den äußerst solid und comfortable hergestellten Schlaf-, Speise- und Salonwagen fast schon das Maximum des zulässigen Gewichtes erreicht. Damit im Zusammenhange steht die sehr ansehnliche Geschwindigkeit, welche bei Expreßzügen 60, 70 und 90, ja ausnahmsweise sogar über 100 Kilometer (von gewissen Parforcejagden mit 130—150 Kilometer abgesehen) erreicht.

Die Expreßmaschine hat sonach, wie man sieht, eine sehr ansehnliche Arbeit zu leisten, und muß ihre Construction eine dem entsprechende sein. Bedingungen sind: großer Radstand, gekuppelte Räder von bedeutendem Durchmesser, große Heiz- und Rostfläche, große Adhäsion, Beweglichkeit in den Curven. Großer Radstand und Beweglichkeit wird erzielt, indem man hinter oder unter die Feuerbüchse

eine Achse — welche entweder die Treibachse (System Crampton) oder eine Laufachse sein kann — verlegt, vorne jedoch, und zwar mit Vortheil, ein vierrädriges Truckgestell anbringt. In Amerika typisch, bricht sich das Truckgestell in Europa nur langsam Bahn, trotz mancher Verbesserung, die es hier erfahren hat. Eine derselben besteht in der durch F. Kamper erfundenen Führung des Truckgestells mittelst Vorderdeichseln und schiefen Pendeln, welche einen stetigen Gang des Gestells in der Geraden, eine rationelle Aufhängung des Kessels und Ausgleichung der Federlast in den Curven anstreben. Von einer Beschreibung dieser sinnreichen Vorrichtung, die nur für den Fachtechniker von Interesse ist, sehen wir ab.



Schnellzug-Locomotive der preußischen Staatsbahnen. (Effective Dampfspannung 12 Atmosphären; totale Heizfläche 125 Quadratmeter; Dienstgewicht 49·5 Tons.)

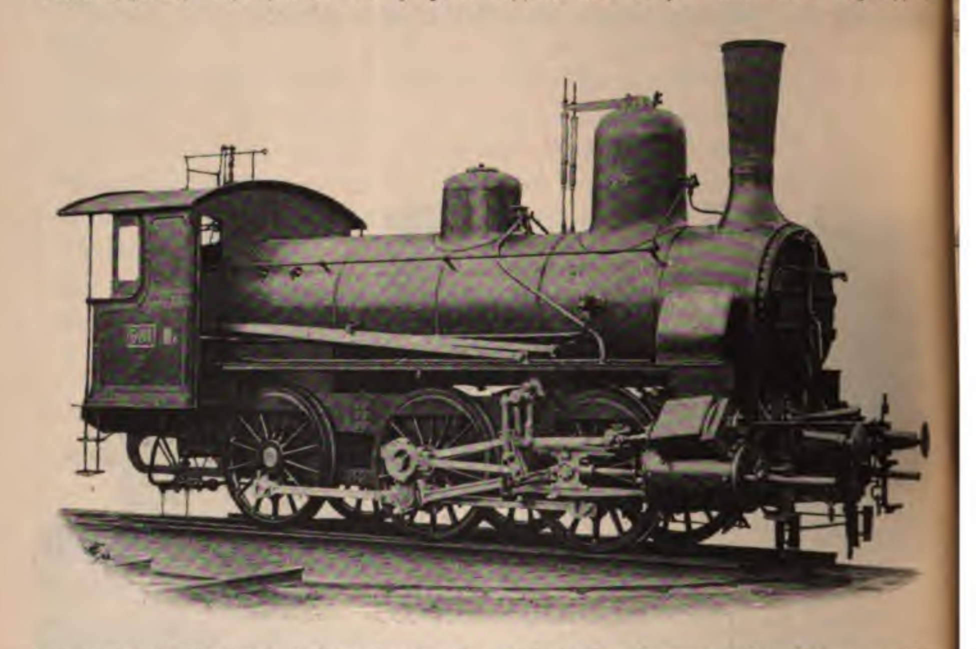
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Henschl & Sohn, Cassel.)

Die verwendbarste Locomotivtype ist die Personenmaschine mit zwei gekuppelten Achsen und einer Laufachse, einem Dienstgewichte zwischen 35—45 Tons und einem Adhäsionsgewichte zwischen 25—30 Tons. Sie ist im Stande, leichte Last, Gemischte und Personenzüge bis zu 60 Kilometer absoluter Fahrgeschwindigkeit zu transportiren und eignet sich auch vorzüglich zum Verschub und stationären Reservedienst.

Hat diese Type einen kurzen Radstand — was meistens der Fall ist — so wird der Gang der Maschine in Folge der stark überhängenden Theile ein unruhiger, wodurch das Maß der Fahrgeschwindigkeit nothwendigerweise reducirt werden muß. Immerhin kann man mit solchen Maschinen Lasten von durchschnittlich

220 Tons auf 1 Procent Steigung noch mit einer Geschwindigkeit von 35 Kilometer pro Stunde führen. Behufs Abminderung der Schlingerbewegung hat man zu verschiedenen Mitteln, welche auf eine Versteifung von Maschine und Tender abzielen, gegriffen. Die rationellste Methode ist wohl die Tilp'sche »Zahnkuppelung«, welche Anlaß zu zahlreichen anderen ähnlichen Constructionen gab, die jedoch sämmtlich theoretisch unrichtig waren.

Wir haben weiter oben in Kürze auseinandergesetzt, daß die Ausnützung der Lastmaschinen, repräsentirt durch zwei Typen als Sechs- und als Achtkuppler,



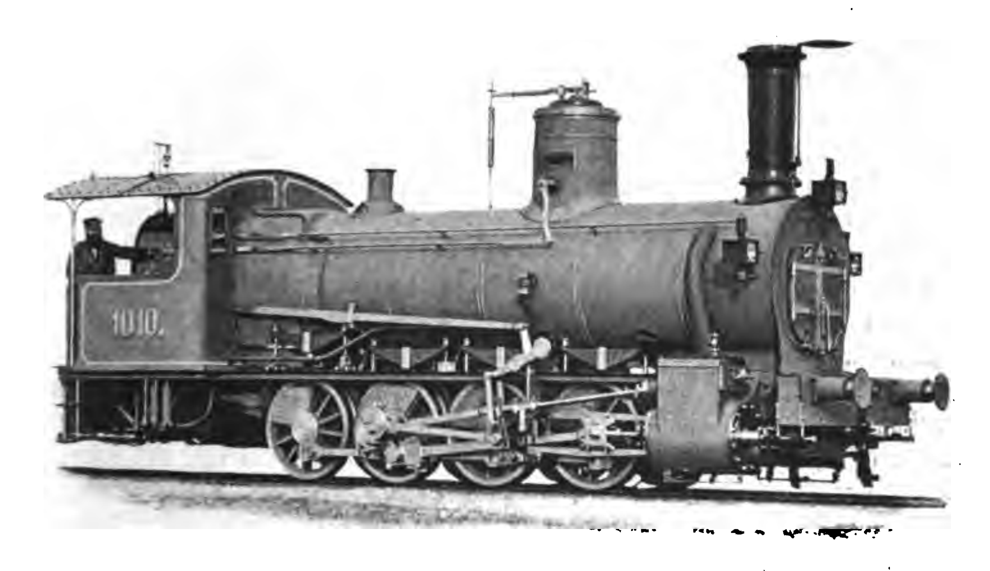
Dreicylindrige Verbund-Lastzug-Locomotive. (Effective Dampfspannung 12 Atmosphären: totale Heizfläche 127 Quadratmeter; Dienstgewicht 41·7 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft, Wien.)

durch die Bahnverhältnisse bestimmte Grenzen gesetzt sind. Sehr klar kennzeichnet E. Tilp die Ausnützungsfähigkeit dieser Maschinen. Wir folgen hier seinen Ausführungen. . . . Der Sechskuppler giebt eine für Steigungen bis zu 1 Procent und die schärfsten Curven zweckmäßige Lastmaschine, deren Leistung selbst unter ungünstigen Verhältnissen daselbst noch 300 Tons bei 20 Kilometer Fahrgeschwindigkeit beträgt. Nachdem für solche Steigungen höchstens 15, selbst auch nur 11—12 Kilometer Geschwindigkeit pro Stunde angewendet werden, ergiebt sich eine noch höhere Leistung, die nur noch von Achtkupplern übertroffen wird. Doch können letztere dann nicht ausgenützt werden, wenn das Procent der großen Steigungen zur Gesammtlänge der Bahn ein zu geringes wäre. Mit Sechskupplern kann ohne Vorspann oder Nachschub ein Zug von 300 bis 350 Tons durchaus

befördert werden; in ebenen Strecken ist die Leistung bei voller Ausnützung eine fast doppelt so große.

Der Achtkuppler — die dritte Achse als Treibachse — ergiebt für Bahnen mit anhaltend starken Steigungen von mehr als 1 bis $2^1/_2$ Procent, oder von einem großen Theile der Bahnlänge selbst mit 1 Procent vorzügliche Ausnützung, günstige Vertheilung des Gewichtes, Adhäsion und Zugkraft bei nicht zu großem Radstande. Die Durchfahrt durch die Curven wird durch die seitliche Verschiebbarkeit der letzten Achse etwas erleichtert; diese wird einfach durch tiefere Lagergehäuse und längere Kurbelwarzen erreicht und genügt bei der geringen Fahr-



Achtkuppler im Betriebe der Semmering- und Brennerbahn. (Effective Dampfspannung 9 Atmosphären; totale Heizfläche 170 Quadratmeter; Dienstgewicht 52 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik vorm. G. Sigl, Wr.-Neustadt.)

geschwindigkeit solcher Maschinen für den angestrebten Zweck. Hingegen sind complicirte Vorrichtungen (schiefe Lager, drehbare Achsen 2c.) völlig überflüssig. Die Achtkuppler bedingen jedoch, um voll ausgenützt werden zu können, außer obigen Steigungen sehr lange Stationsplätze für die außergewöhnlich lange Wagencolonne mit ihrer Last von 750 bis 1000 Tonnen, die sie auf horizontaler Bahn ziehen. Eine weitere Bedingung der rationellen Ausnützung dieser Maschinen ist ein entwickelter, regelmäßig starker Lastverkehr mit Massengütern bei vollbeladenen Wagen.

Die Berechnung der Leistungsfähigkeit einer Locomotive erfolgt auf Basis der mechanischen Wärmetheorie. Die durch ein Kilogramm Kohle dem im Kessel zu verdampfenden Wasser zugeführte Wärme beträgt ungefähr 3700 Kalorien. Eine Kalorie entspricht nach der mechanischen Wärmetheorie einer Arbeitsleistung von

424 Kilogrammmeter. Das ist so zu verstehen. Ein Dampfmaschine, welche ein Kilogramm auf die Höhe von 400 Meter zu heben hätte, bedürfte hierzu einer Wärmemenge, die im Stande wäre, 12 Gramm Eis zu schmelzen. Um ein Kilo zu schmelzen, braucht man 79 Einheiten, also $^{79}/_{1000}$ für jedes Gramm, und beinahe 1 Einheit für 12 Gramm. Die Maschine verbraucht also fast eine Wärmeeinheit, wenn sie 1 Kilo auf 400 Meter hebt. Genauer berechnet, gehört eine Wärmeeinheit dazu, um 1 Kilogramm auf 424 Meter zu heben; man sagt deshalb, eine Wärmeeinheit gilt so viel als 425 Kilogrammmeter, und nennt diese Zahl das mechanische Aequivalent der Wärme.

Nun setzt aber die Maschine nur etwa 8 Procent obiger Wärme von 3700 Kalorien in Arbeit um, da 92 Procent Wärme mit dem ausströmenden Dampfe und andere Ursachen verloren gehen. Ein Kilogramm Kohle repräsentirt daher eine Arbeitsleistung von 3700 × 0·08 × 424, d. i. rund 125.000 Kilogrammmeter. Die stündliche Leistung einer Pferdekraft beträgt aber 270.000 Kilogrammmeter. Es ergiebt sich demnach die Arbeit einer Locomotive pro Stunde und Pferdekraft durch Theilung des Productes des in Kilogramm ausgedrückten Gewichtes der in gleicher Zeit auf dem Roste verbrannten Kohle mit der Zahl 125.000 durch 270.000. Gehen wir weiter. Nehmen wir an, eine Locomotive verbrauche pro Stunde und Pferdekraft rund 2 Kilogramm Kohle; jedes Kilogramm erzeugt etwa 5·5 Kilogramm reinen Dampf, 2 Kilogramm Kohle sonach 11 Kilogramm Dampf. Anderseits beträgt die stündliche Dampfbildung pro Quadratmeter Heizfläche zwischen 25 bis 30 Kilogramm und kann daher die Leistung einer Locomotive in Pferdekräften doppelt bis zweieinhalbmal so hoch als ihre in Quadratmetern ausgedrückte Heizfläche angenommen werden. Die Größe der Rostfläche wieder ist maßgebend für die Menge der stündlich verbrannten Kohlen. Daraus folgert, daß von zwei Maschinen mit gleichen Heizflächen diejenige mit dem größeren Roste den meisten Dampf bildet. Ohne näher in diese Berechnungsfactoren einzugehen, sei erwähnt, daß die normale Leistung der Locomotiven zwischen 200 bis 300 Pferdekräften schwankt, welche Leistung durch forcirtes Feuer noch um das Anderthalbfache verstärkt werden kann.

Mit der Leistung hängt die Zugkraft zusammen. Es ist einleuchtend, daß die ideale Ausnützung der Zugkraft darin bestände, die volle Last mit einer Locomotive durch die ganze Strecke mit minimaler Geschwindigkeit zu transportiren. Dies geht aber — von manchen betriebstechnischen Bedenken abgesehen — wegen der wechselnden Niveauverhältnisse einer Bahn und den Witterungsverhältnissen nicht an. Um den Grad der Ausnützung der Zugkraft zu erfahren, berechnet man für jede Maschinen-Zugskategorie und Strecke die durchschnittliche Normalbelastung etwa für 0° R. Hierzu kommt noch das Verhältniß des Brutto zum Netto, wobei die Tara bekannt ist. Da das ideale Netto aus der Zahl der Sitzplätze bei Personenwagen, beziehungsweise aus der Tragfähigkeit bei Last- und Gepäckwagen ebenfalls gegeben ist, so wird sich die Ausnützung im günstigsten Falle als ziemlich

gering ergeben und dürfte durchschnittlich kaum höher als mit zwei Drittel der disponiblen Zugkraft gegenüber dem thatsächlichen Durchschnittsbrutto anzunehmen sein.

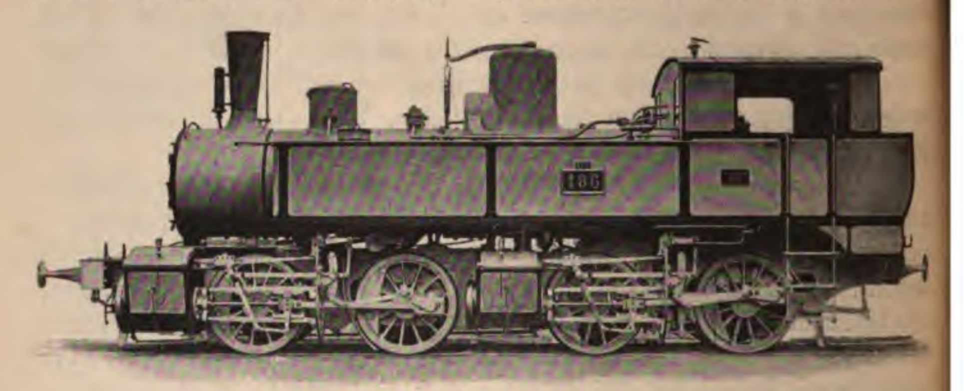
Die Anwendung einer zweiten Maschine ist in der Regel irrationell, weil dadurch eine Schmälerung der Maximallast stattfindet. Außerdem kommt die leere Retourfahrt der Vorspann- oder Schiebemaschine, beziehungsweise der Umstand in Betracht, daß letztere durch längere Zeit unter Dampf in Reserve steht, also gar keine Arbeit leistet. . . . Auch die Fahrgeschwindigkeit ist von großem Einfluß für die Ausnützung der Zugkraft. Erfahrungsgemäß stehen die Transportkosten im geraden Verhältnisse zur Fahrgeschwindigkeit und stellen sich dieselben bei Personenzügen gegenüber den Lastzügen wie 2 : 1. Das Verhältniß des Netto zum Brutto stellt sich aber bei ersterer wie 1 : 10, bei letzterer wie $1 : 2^1/_2$. Es vertheuert sich also der Personentransport um $\frac{20}{2^1/_2}$ oder das Achtfache. Es ist also unrichtig, kleine Eilzüge als wenig kostspielig anzusehen, wogegen es rationell erscheint, unter dem Normale belastete Lastzüge auf gewissen Streckenabschnitten den Personen- oder Gemischten Zügen beizugeben, beziehungsweise mehrere Lastzüge in einen zu vereinigen.

Selbstverständlich sind der Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Locomotiven in Bezug auf ihre Zugkraft gewisse Grenzen gesteckt. Wir haben schon im einleitenden Capitel darüber berichtet, daß behufs Erzielung einer größeren Zugkraft mancherlei Mittel angewendet worden sind, zunächst die Vergrößerung des Kessels, dessen bedeutende Länge die Vermehrung der Kuppelachsen von 4 auf 5 gestattete. Da aber ein so bedeutender Radstand, wie ihn ein Zehnkuppler aufweist — vornehmlich dann, wenn noch eine Laufachse oder ein Truckgestell dazu kommt — mancherlei Uebelstände mit sich bringt, war man auf eine Aenderung der Form des Kessels bedacht. Dem französischen Ingenieur Flaman ist dies durch die Anordnung zweier Kessel übereinander in zweckentsprechender Weise gelungen. Wir haben darüber Seite 33 berichtet, desgleichen über das System der Strong-Locomotive mit zwei Heizkammern.

Wichtiger als diese auf die Vermehrung der Dampferzeugung beruhenden Constructionen ist eine andere, welche auf die rationelle Ausnützung des Dampfes abzielt und in der Compound-Locomotive in glücklichster Weise gelöst erscheint, indem durch sie die Expansion in höherem Maße dienstbar gemacht wird als bei bei den gewöhnlichen Constructionen. Die erste Compound-Locomotive wurde im Jahre 1876 vom schweizerischen Ingenieur Mallet construirt und nachmals durch den deutschen Ingenieur v. Borries verbessert (vgl. S. 32). Mallet und Brunner gestalteten alsdann die Construction vermittelst des sogenannten »Duplexsystems« noch weiter aus.

Was schließlich die mit der Zeit platzgegriffene Steigerung des Totalgewichtes der Locomotiven anbelangt, wolle man das auf Seite 35 mitgetheilte nachlesen.

Das Princip der **Duplex-Compound-Locomotiven** beruht auf der Anwendung von zwei unter einem Kessel angeordneten Zwillingsdampfmaschinen, — einer Hoch- und einer Niederdruckmaschine, von denen erstere mit frischem Kesseldampf, die andere mit Abdampf aus den Hochdruckcylindern arbeitet. Das Hochdruckmaschinensystem steht mit dem Kessel in fester Verbindung, während die nach vorne liegende Niederdruckmaschine, auf welcher der Kessel nur lose aufruht, mit ersterer durch ein Charnier verbunden und deshalb horizontal drehbar ist, wodurch eine gewisse Curvenbeweglichkeit erreicht wird. Der durch die zwei Maschinensysteme geleisteten großen Zugkraft steht ein verhältnißmäßig leichter Bahnoberbau gegenüber, weil durch die Trennung des Motors in zwei Systeme doppelt so viel Triebräder vorhanden sind. Die bei gewöhnlichen zweicylindrigen Compound-Locomotiven vorkommenden Anfahrschwierigkeiten bestehen für die Duplex-Locomotiven



Duplex-Compound-Güterzuglocomotive. (Effective Dampfspannung 12 Atmosphären; totale Heizfläche 116·4 Quadratmeter, Dienstgewicht 59·5 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: J. A. Maffei, München.)

nicht. In Folge des Compoundsystems arbeitet die Locomotive ökonomisch, vermöge der auf beiden Maschinenseiten symmetrischen Cylinderanordnung rechts und links mit gleicher Kraft und ruhig, und endlich in Folge der bei großem Radstand im verticalen Sinne steifen Rahmen stabil in der Längsrichtung.

Um auch die mitzuführenden Vorräthe für Adhäsionszwecke nutzbar zu machen, werden die Duplex-Locomotiven in der Regel als Tendermaschinen gebaut und haben sich in dieser Form für große und kleine Zugkräfte sehr gut bewährt. Wenn große Vorräthe mitzuführen sind, können auch separate Tender angehängt werden. Die beiden Maschinengruppen haben außenliegende und meistens horizontal gelagerte Cylinder, sowie außenliegende Steuerung mit festliegender Coulisse. Beide Maschinengruppen haben in der Regel die gleiche Anzahl mit einander gekuppelter Achsen, und zwar entweder $2 \times 2 = 4$, oder $2 \times 3 = 6$ gekuppelte Achsen. Auf Seite 31 ist eine Locomotive letzterer Art, hier vorstehend eine ersterer Art abgebildet. Beide Maschinengruppen arbeiten mit an-

nähernd gleichen Zugkräften und sind deshalb die Abmessungen der doppelt vorhandenen Maschinenorgane — mit Ausnahme der Dampfcylinder — die gleichen, wodurch Ueberwachung und Instandhaltung derselben erleichtert wird.

Da das hintere oder Hochdruckmaschinengestell gegen den Kessel nicht drehbar ist, so erfolgt die Zuleitung frischen Kesseldampfes nach den Hochdruckcylindern — wie bei gewöhnlichen Locomotiven — durch feste Dampfleitungen. Das vordere oder Niederdruckmaschinengestell ist dagegen in einem starken verticalen Doppelcharnier, welches eine Drehung im horizontalen Sinne gestattet, an das Hintergestell gehängt und geht deshalb der Dampf von den Hoch- nach den Niederdruckcylindern durch ein horizontal bewegliches Rohr — den sogenannten Receiver —, welches nicht schwer dicht zu halten ist, weil die Dampfspannung in demselben 4 bis 5 Atmosphären nicht überschreitet. Außerdem führt eine bewegliche Abdampfleitung von den Niederdruckcylindern nach dem Blasrohr, deren Dichthalten bis höchstens $1/_2$ Atmosphäre Ueberdruck keine Schwierigkeiten bietet.

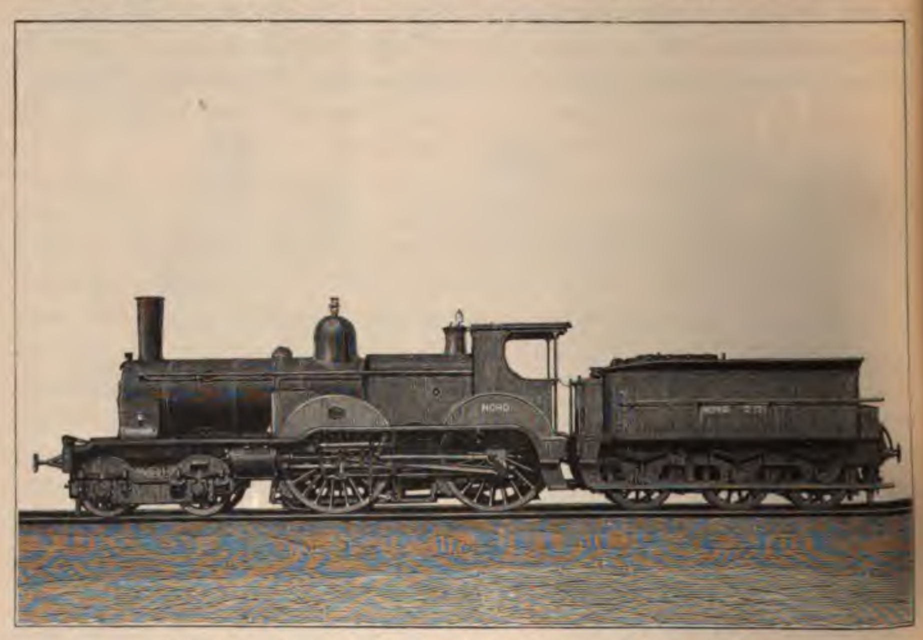
Der Rahmen des mit der Feuerbüchse fest verbundenen hinteren Maschinengestells überragt das Vordergestell, indem derselbe nach oben abgekröpft ist, und trägt auch den cylindrischen Kesseltheil, so wie die seitlichen Wasserkasten. Mittelst geeigneter Gleitbacken ruht dieser Hauptrahmen auf dem Vordergestell, welches sich somit unter dem vorderen Kesselende hin- und herbewegen kann. Um eine allzu große Beweglichkeit dieses Gestells zu verhindern und dasselbe nach dem Curvendurchgang in die Gerade zurückzuführen, sind entsprechende Spannfedern angeordnet, welche gegen einen unterhalb der Rauchkammer befestigten Support drücken. Beide Maschinengestelle haben innenliegende Rahmen und die Tragfedern sind durch Balanciers verbunden. Die Schiebersteuerungen der zwei Maschinen sind in allen Theilen ganz identisch construirt. Das Querschnittsverhältniß der beiden Cylinder ist so gewählt, daß diese gleiche Füllung erhalten, und erfolgt demnach die Umsteuerung — wie bei gewöhnlichen Locomotiven — von einer einzigen Steuerschraube aus, welche zunächst auf den Steuerhebel des hinteren festen Maschinengestelles wirkt; von da aus erfolgt die Uebertragung auf das vordere drehbare Maschinengestell mittelst Zwischenhebel und Charnierstange.

Beim Anfahren arbeitet die Locomotive zuerst nur mit den beiden Hochdruckcylindern; der Abdampf fällt alsdann auf den Receiver und übt Gegendruck auf die Hochdruckkolben, sowie gleichzeitig directen Druck auf die Niederdruckkolben aus. Genügt der erstgeleistete Druck auf die Hochdruckkolben nicht, so kann durch Oeffnen eines Hilfshahnes frischer Kesseldampf direct nach den Niederdruckcylindern geführt werden, wodurch die Locomotive mit voller Zugkraft arbeitet. Wenn gewünscht, kann die Bewegung dieses Hilfshahnes mit der Umsteuerung zwangläufig verbunden werden.

Die Vorzüge der Duplex-Compound-Locomotiven, insbesondere deren große ökonomische Zugkraftleistung und freie Curvenbeweglichkeit kommen in erster Linie beim Betriebe von Bahnen mit starken Steigungen und kleinen Krümmungen —

also von Gebirgsbahnen — zur Geltung. Aber auch für Bahnen des Flachlandes mit großem Güter- oder gemischtem Verkehr können Duplex-Locomotiven zweckmäßig an Stelle der üblichen doppelten Vorspannmaschinen treten, während für Kleinbahnen mit leichtem Oberbau solche Locomotiven, welche billigste Anlage und sparsamen Betrieb ermöglichen, besonders geeignet scheinen.

Im Vergleiche mit gewöhnlichen, gleich schweren Maschinen — mit und ohne Tender — wurde von der Duplex-Locomotive (Maffei'scher Construction) bei gleicher Leistung eine Kohlenersparniß von 15 bis 22 Procent erzielt. Die Abnützung der einzelnen Theile, beziehungsweise die Reparaturkosten, gestalten sich für die Duplex-



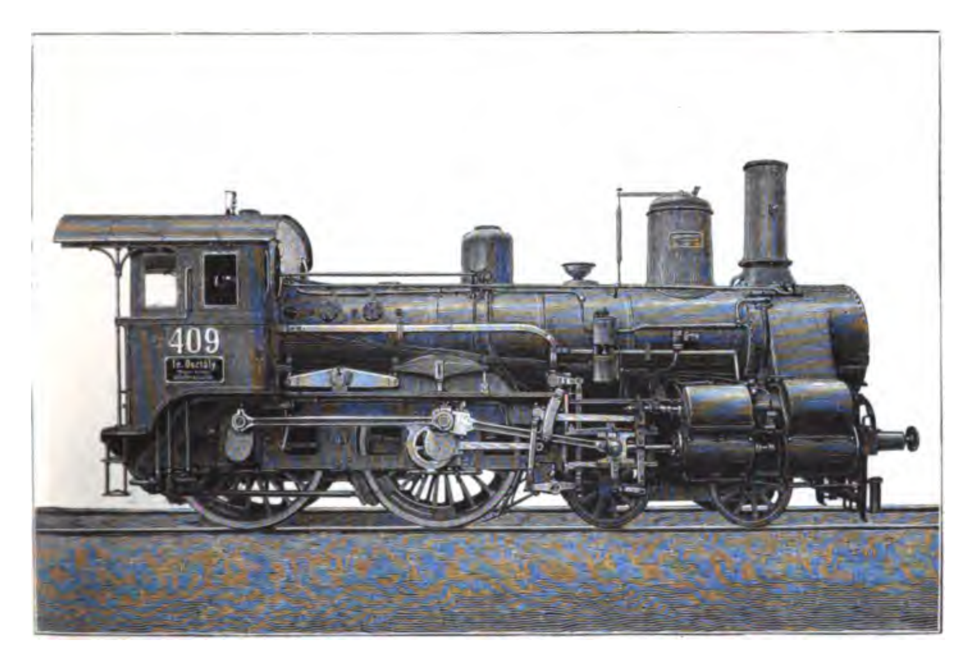
Viercylindrige Compound-Schnellzug-Locomotive der Französischen Nordbahn.
(Nach einer Photographie der Constructeurs: Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen.)

maschine schon aus dem Grunde günstiger, weil jede einzelne Maschinengruppe derselben blos die halbe Arbeit einer zweicylindrigen gewöhnlichen Maschine von gleicher Zugkraft zu leisten hat.

Eine eigenartige Anordnung des Compoundsystems zeigt die hier abgebildete Locomotive der Französischen Nordbahn, deren erste im Jahre 1886 von der »Elsässischen Maschinenbaugesellschaft« in Mülhausen gebaut wurde. Diese Maschine befördert auf andauernden Steigungen von 8‰ einen Zug von 140 Tons, beziehungsweise 220 Tons mit Einbeziehung des Gewichtes der Locomotive und des Tenders, und zwar mit der Geschwindigkeit von 70 Kilometer in der Stunde, auf andauernden Steigungen von 5‰ einen Zug von 225 Tons (beziehungsweise 305 Tons) mit einer Geschwindigkeit von 75 Kilometer, und in freier Ebene

210 Tons (beziehungsweise 290 Tons) mit einer Geschwindigkeit von 90 Kilometer pro Stunde. Die mit dieser Maschine erzielte Kohlenersparniß beträgt circa 15 Procent.

Die Eigenart der Construction besteht in der Vertheilung der Bewegungsarbeit auf zwei Achsen. Die beiden Hochdruckcylinder treiben die hintere Achse an, die 2 Niederdruckcylinder die mittlere; die Kuppelung der Achsen ist nur deshalb bewirkt, um die günstige Position der hin- und hergehenden Massen zu sichern. Eine entsprechende Einrichtung ermöglicht es dem Maschinisten durch einfaches



Tandem-Compound-Eilzugmaschine. (Effectiver Dampfdruck 13 Atmosphären; totale Heizfläche 134·6 Quadratmeter; Dienstgewicht 54·4 Tons.)

(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik der ungarischen Staatsbahnen, Budapest.)

Bewegen eines Handgriffes, beide Cylinderpaare mit directem Kesseldampf zu speisen und directen Auspuff zu erzielen, wodurch eine äußerst rasche Ingangsetzung erreicht wird. Schon am Ende des zweiten Kilometers kann die Fahrgeschwindigkeit von 65 Kilometer pro Stunde erreicht werden. Das ist entschieden ein sehr bemerkenswerther Vorzug dieser Construction. Außerdem hat es sich gezeigt, daß trotz der anscheinend mit diesen Maschinen verbundenen Complication die Unterhaltungskosten denjenigen der gewöhnlichen Locomotiven gleich, unter besonders günstigen Umständen aber sogar noch geringer sind. Schließlich mag hervorgehoben werden, daß die Vertheilung der Bewegungsarbeit auf zwei Achsen den Theilen des Mechanismus sehr reichlich bemessene Reibungsflächen bietet.

Die hier abgebildete Tandem-Compound-Eilzugslocomotive — gebaut in der Werkstätte der kgl. ungarischen Staatsbahnen — steht der vorbeschriebenen Type ebenbürtig zur Seite. Die Maschine fördert in freier Ebene Züge von 200 Tons mit einer Geschwindigkeit von 80 Kilometer in der Stunde, auf Steigungen von 7 ‰ mit 60 Kilometer pro Stunde. Diese bedeutende Leistung wird einerseits durch den für minderwerthige Kohlensorten mit einer Rostfläche von 3 Quadratmeter construirten Kessel mit 13 Atmosphären Ueberdruck, anderseits durch Anwendung des Tandem-Verbundsystems der beiderseits symmetrisch angeordneten Dampfmaschinen erzielt. Das Truckgestell verleiht dieser Maschine einen sehr ruhigen, gleichmäßigen Gang, wodurch gleichzeitig der Oberbau geschont wird.

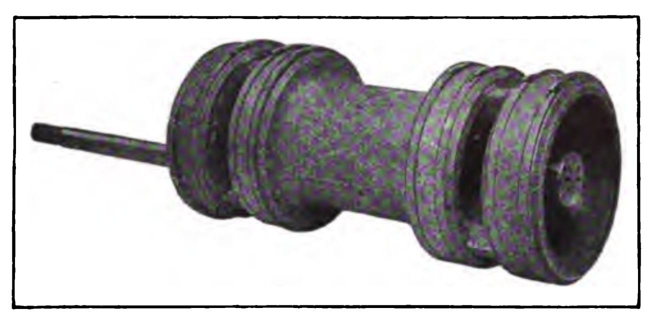


Cylinderanordnung bei Vauclain's Verbund-Locomotive.

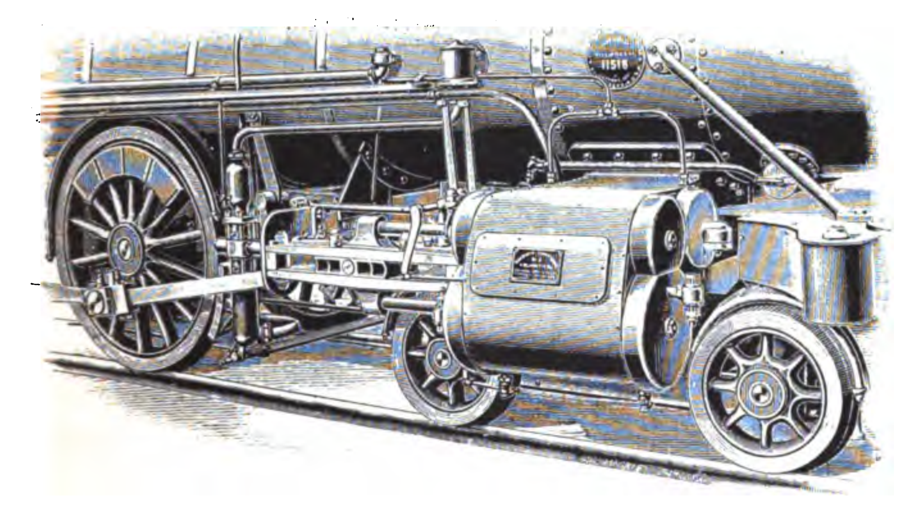
Verhältnißmäßig spät haben die Verbund-Locomotiven in Amerika Eingang gefunden, indem die erste Maschine dieser Art erst 1889 von England aus dorthin importirt wurde. Die amerikanischen Ingenieure konnten sich indes mit dem Detail der Construction nicht befreunden, was man bei dem ganz eigenartigen Locomotivenbau in den Vereinigten Staaten ohne weiteres begreift. In der That kam alsbald eine neue Construction zu Stande — jene Vauclains — und die berühmte Baldwin'sche Locomotivfabrik in Philadelphia brachte sie zur Ausführung.

Der Verfasser verdankt dem freundlichen Entgegenkommen des genannten Etablissements eine große Zahl von bildlichen Darstellungen des Systems, beziehungsweise der Anordnung der constructiven Theile, sowie zahlreiche Photographien von ausgeführten Locomotiven. Dieselben haben vier Dampfcylinder, zu jeder Seite einen größeren und einen kleineren, deren Volumverhältniß sich nahezu wie 3 : 1 stellt. Beide Cylinder sind mit dem Schiebergehäuse und dem Sattel aus einem Stück gegossen; sie liegen in einer verticalen Ebene so dicht übereinander, als dies mit Rücksicht auf eine genügende Stärke der Zwischenwand überhaupt möglich ist. Wenn es der Durchmesser der Treibräder und die Maschinentype überhaupt gestatten, wird der kleinere (der Hochdruckcylinder) über dem größeren angeordnet, wie dies nebenstehend abgebildet ist. Wenn aber die Räder einen kleinen Durchmesser haben (bei den Lastzugsmaschinen), liegt der größere Cylinder über dem kleineren.

Das Schiebergehäuse hat bei Vauclain's Construction seinen Platz in dem Sattelstücke zwischen dem Kessel und den Cylindern; da aber seine Innenwand nicht mit jener glatten Fläche ausgeführt werden kann, welche zur leichten Bewegung des Schiebers nothwendig ist, wird es mit einem entsprechend durchbrochenen, cylinderförmigen Lager ausgefüttert. Der Schieber ist als Ventilkolben construirt; er besteht eigentlich aus vier Kolben, von denen jeder wieder zwei Ringe zur Dichtung besitzt. Die beiden äußeren Ringe ergeben die Dampfzuströmung und die Dampfabströmung bei dem Hochdruckcylinder, während den inneren Ringen diese Aufgabe bezüglich des Niederdruckcylinders zufällt. Zum Anfahren kann auch dem Niederdruckcylinder frischer Dampf gegeben werden; der Führer braucht nur einen Hahn zu öffnen, der in die entsprechende Verbindung eingelegt ist. Vauclain hat also von der Selbstthätigkeit dieser wichtigen Vorrichtung abgesehen; ob dies für die Dauer sich bewährt, ist abzuwarten. Die Wirkungsweise der Kolbenstangen ist aus vorstehender Abbildung zu ersehen. Die beiden Stangen greifen an einem senkrechten Querstücke des Kreuzkopfes an. Bei ungleicher Kraftleistung beider Kolben



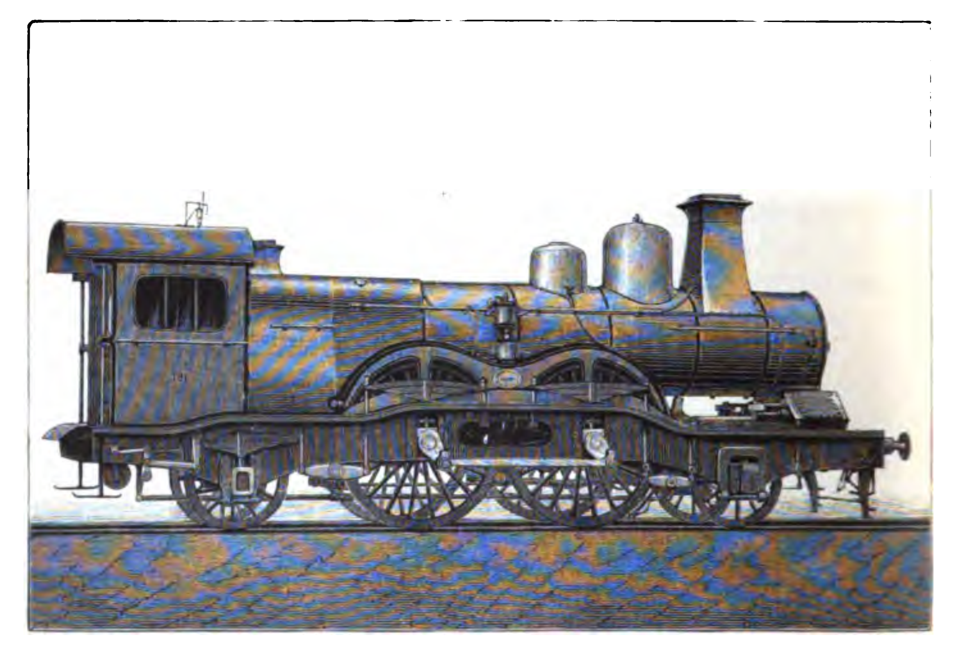
Schieber bei Vauclain's Verbund-Locomotive.



Die Maschine der Verbund-Locomotive Vauclain's.

wird der Kreuzkopf in einer Weise beansprucht, die etwas bedenklich erscheint. (Eine Abbildung der Vauclain'schen Verbund-Locomotive befindet sich auf Seite 32.)

Der deutsche und österreichische Locomotivbau zeigt eine außerordentlich große Verschiedenheit der Typen; selbst ein und dasselbe Etablissement arbeitet nach mehreren Modellen, welche durch die im Laufe der Zeit sich ergebenden Neuerungen eher vermehrt als vermindert werden. Größere Uniformität zeigen die belgischen, französischen und englischen Locomotiven mit charakteristischer Ausprägung der ihnen eigenthümlichen äußeren Erscheinung. Die hier abgebildeten Locomotiven

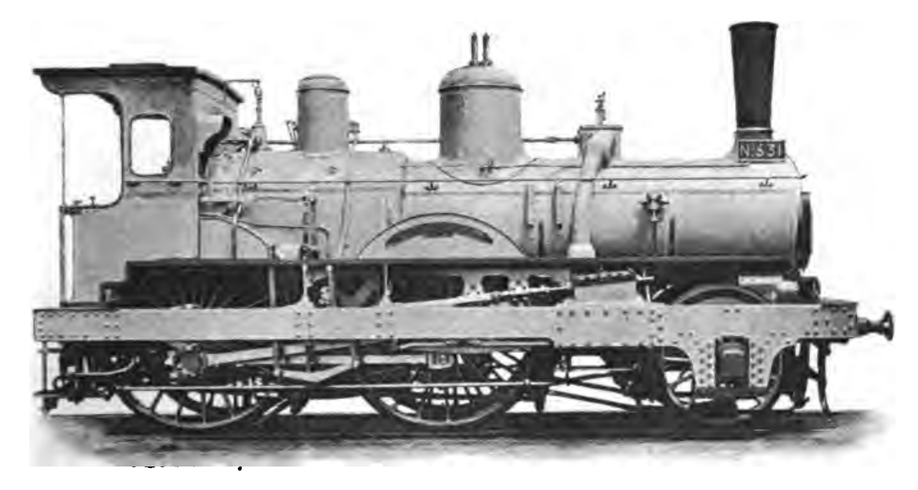


Eilzug-Locomotive der belgischen Staatsbahnen. (Totale Heizfläche 130 Quadratmeter; Dienstgewicht: 49 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: John Cockerill in Seraing.)

zeigen dies in sehr deutlicher Weise. An den belgischen Maschinen (hervorgegangen aus den berühmten Werkstätten vormals John Cockwill in Seraing) sind als besonders charakteristisch hervorzuheben: der vielfach in Anwendung stehende Schlot mit viereckigem Querschnitt, die Durchsichtigkeit des Lauf- und Treibwerkes, und die schweren, eigenthümlich geformten Rahmen.

In Frankreich, welches fast gar keine Gebirgsbahnen hat, überwiegen die gekuppelten Zweiachser; als Schnellzugs-Locomotive erhält sich die Type »Crampton« mit den großen Treibrädern. Ihr gewöhnlicher Durchmesser beträgt zwischen 2 und 2·3 Meter. Die gekuppelten Treibräder befinden sich bald vorn, bald hinten; im ersteren Falle ist hinten eine Lauferachse eingelegt, im letzteren vorne ein zweiachsiger Drehschemmel. Die zweite Type führt allgemein die Bezeichnung »Ma-

chine outrance«. Bei mehreren Bahnen, insbesondere bei der Orleanbahn, sind bewegliche Achsen, zum Theil nach amerikanischem System eingeführt. Der totale Radstand beträgt meist über 5 Meter; die größte Länge der Maschinen beträgt 8·5 Meter, ausnahmsweise bis 9·2 Meter. Die Cylinder liegen größtentheils außerhalb, vielfach jedoch auch innerhalb und ist man in Fachkreisen nicht einig, welche Anordnung den Vorzug verdient. Bekanntlich verleiht das System der inneren liegenden Cylinder der Locomotive mehr Halt und es vermindert insbesondere die Unruhe der hin- und hergehenden Massen. Anderntheils aber sind hierselbst etwaige Reparaturen sehr erschwert, abgesehen von den abweichenden Constructionen der Räder und Achsen.



Schnellzug-Locomotive der Französischen Ostbahn. (Effective Dampfspannung 10 Atmosphären; totale Heizfläche 93·6 Quadratmeter; Dienstgewicht 42 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik vorm. G. Sigl, Wr.-Neustadt.)

Die Regulirung des Ganges der Maschine erfolgt durch Schrauben an Stelle des üblichen, schwer zu handhabenden Hebels. Bei den Locomotiven der Lyoner Bahn tritt noch ein Dampfgegengewicht hinzu. Die Lage der Cylinder ist in der Regel horizontal und sie tragen ihre Schieber an der oberen Seite. Die Kolben sind nach dem sogenannten »schwedischen System« und mit zwei eisernen Ringen umgeben. Zuweilen sind sie behufs Verminderung der Reibung aus Bronze, desgleichen die Backen der Schieberstange. Die Längenachse des Kessels liegt meist 2·1 Meter über den Schienen. Der Rost ist bei den Maschinen der Nord-, der Ost- und der Lyonerbahn lang und nach vorne geneigt, die Stäbe sind dünn, eng nebeneinander liegend, um auch feinen Kohlen das Durchfallen zu verwehren. Die Maschinen der Lyoner Bahn verfeuern Briquetts, und zwar mit ausgezeichnetem Erfolge. Durch das neue System der engen Roste hat man eine niedrige Lage der Decke der Feuerbüchse und damit einen wirksamen Heizeffect erzielt.

Allerdings erwies sich hierbei die Nothwendigkeit, den Heizraum entsprechend zu verlängern.

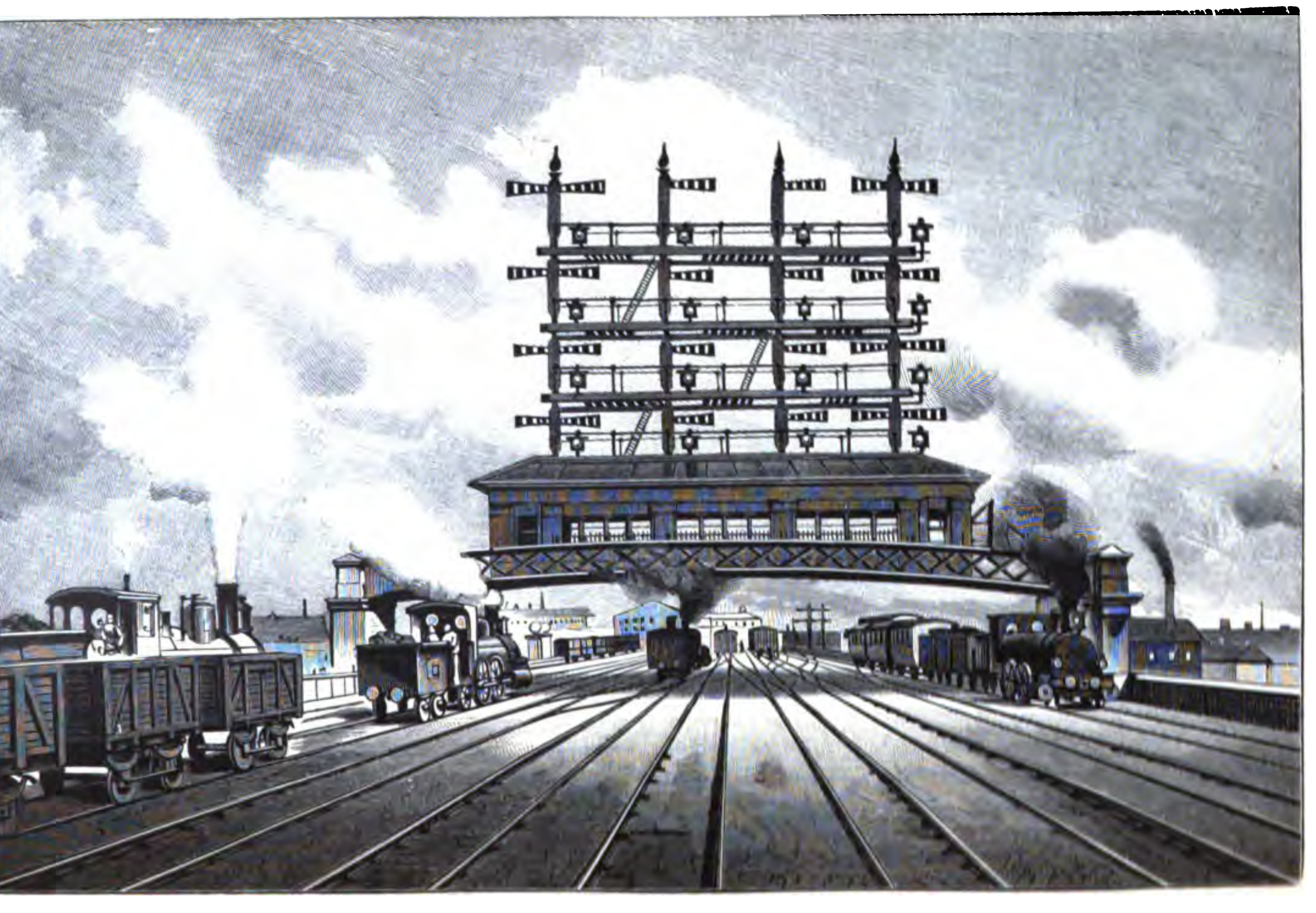
Die Kessel bieten nichts Bemerkenswerthes. Sie sind sämmtlich mit Domen versehen. Die Dampfspannung beträgt in der Regel 10 Atmosphären, doch geht man allmählich auch zu höheren Spannungen über, wie solche in Deutschland, Oesterreich-Ungarn und anderwärts bereits seit einiger Zeit Anwendung finden. Die Speisung der Kessel erfolgt fast nur mehr durch Injectoren, und zwar giebt es Maschinen mit einem und solche mit zwei Injectoren; die Orleanbahn hat bei ihren Maschinen neben dem Injector auch die Pumpe beibehalten.

Die englischen Locomotiven sind schon äußerlich durch die Einfachheit der Construction, den Abgang des vielartigen Details und die gefällige Gesammt-



Englische Tenderlocomotive. (Dienstgewicht 52·3 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Sharp, Steward & Co. in Glasgow.)

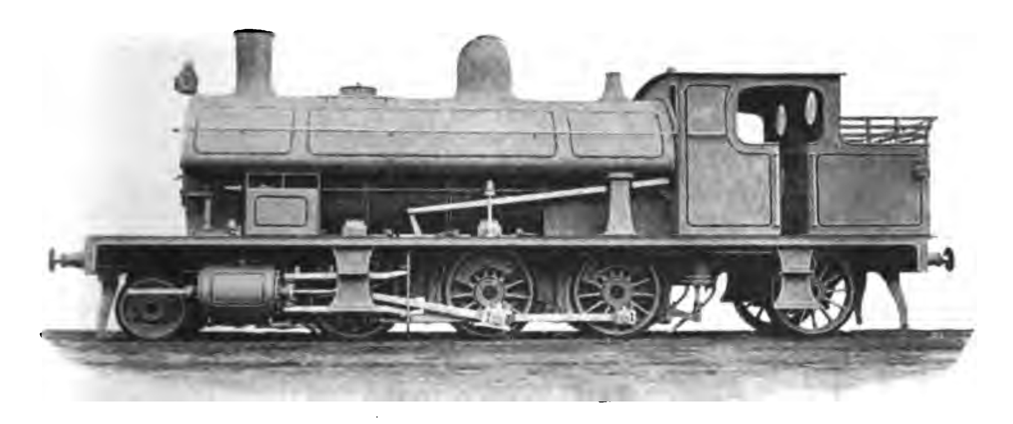
anordnung auffällig. . . . Die Architektur und Formenschönheit der aus einer großen Fabrik oder Bahnwerkstätte stammenden englischen Locomotive ist — schreibt Ingenieur A. Brunner — einzig in ihrer Art und wird nicht einmal in Amerika erreicht, wo doch auch Großes in dieser Beziehung geleistet wird; allein die amerikanische Locomotive ist schon in der allgemeinen Anordnung zu unruhig angelegt und mit zu vielem Beiwerk ausgestattet, um eine einheitlich ästhetische Wirkung hervorbringen zu können. Die englische Locomotive zeigt vom Fußtritt bis zur Kaminkrone nur gerade, kreisförmige, oder parabolisch geschwungene Linien, und diese, in Verbindung mit sorgfältigster Vollendung und Malerei geben dem ganzen Werke einen Stil, der den Meister kennzeichnet. Die Ausführung der Locomotiven in der Fabrik wird von Seite der Bahngesellschaften stets durch einen besonderen Beamten, »Inspecting Engineer«, überwacht, welcher aber nicht blos die formellen Materialproben macht, sondern sich fortwährend auch im Zeichensaal und in den Werkstätten umsieht; für diesen wichtigen und gut besoldeten Posten



Stationssignale eines großen englischen Bahnhofes.

wird auch nicht ein junger Akademiker, sondern ein »älterer, erfahrener Arbeiter oder Werkmeister gewählt«.

Zur Beurtheilung des englischen Locomotivbaues ist die Thatsache maßgebend, daß beim Ueberwiegen des Schnellverkehrs sowohl im Personen- wie im Güterdienst und die Bewältigung des letzteren durch viele, aber nicht sehr schwere Züge, nothwendigerweise die Constructionsweise der Maschinen sich von selbst ergiebt. Schwere Güterzug-Locomotiven bilden eine seltene Ausnahme, dagegen sind mächtige Schnellzug-Locomotiven besonders charakteristisch. Die gewöhnliche Anordnung ist die einer freien Treibachse mit Rädern von außergewöhnlich großem Durchmesser (bis 2·5 Meter), einem vorderen zweiachsigen Drehgestell und einer hinteren festen Laufachse. Häufig kommen zwei gekuppelte Achsen vor. Die Cylinder liegen bald



Englische Tenderlocomotive. (Effective Dampfspannung 11 Atmosphären; totale Heizfläche 143·5 Quadratmeter; Dienstgewicht 62·7 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Dubs & Co. in Glasgow.)

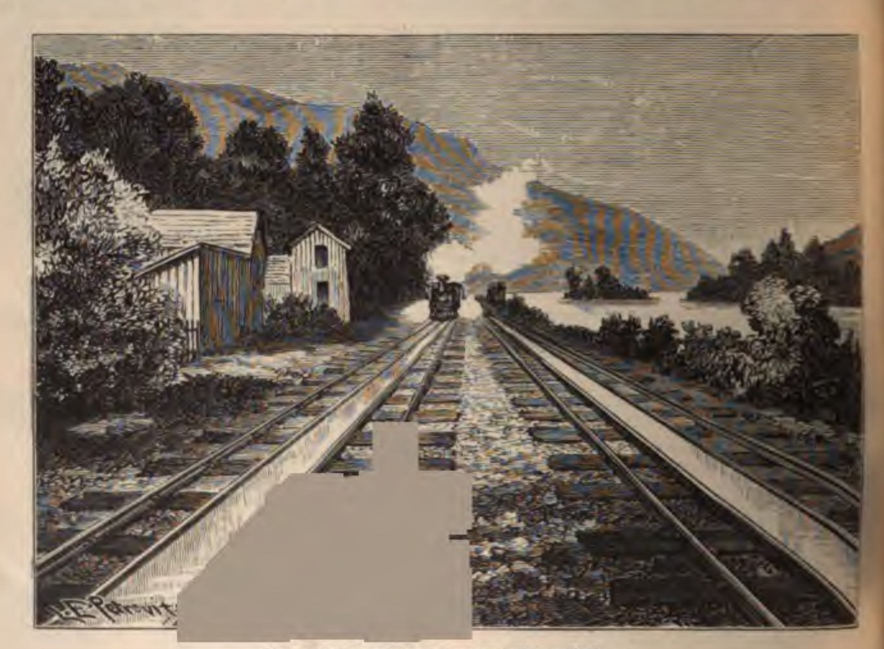
außen, bald innen. Die Feuerbüchsen, in welchen die besten Steinkohlen auf mäßiger Rostfläche verbrannt werden, haben in der Regel eine große Tiefe, im Gegensatze zu den belgischen Locomotiven, welche meist mit Staubkohlen (»Menus«) geheizt werden, was eine dünne Kohlenschicht und demgemäß einen großen Rost bedingt.

Die Leistungsfähigkeit, die Uniformität und die tadellose Erscheinung der englischen Locomotiven entspringt, wie nicht anders zu denken, einem ausgezeichneten, mit allen erdenklichen Hilfsmitteln ausgestatteten Werkstättenbetrieb. Da finden sich z. B. Werkzeugmaschinen, die auf dem Festlande kaum dem Namen nach bekannt sind: Vervielfältigungsmaschinen, welche die Wirkung einer Reihe von Werkzeugen derselben Gattung in sich vereinigen. Die Umbördelung der Kesselbleche, welche in der neuesten englischen Praxis mit Vorliebe aus weichem Siemens-Martinstahl gewählt werden, geschieht nicht mehr durch Klopfen mittelst Holzhämmer, sondern durch hydraulische Preßvorrichtungen. Alle Vernietungen

werden, wo dies nur immer angeht, mittelst Maschinen, und die Kesselwandungen stets mit doppelter Laschennietung ausgeführt.

Eine Eigenthümlichkeit der schottischen Locomotivfabriken sind die Schleifereien, in welchen auf riesigen Schleifsteinen verschiedene Bestandtheile der Locomotive abgeschliffen werden. Damit wird die langsamere Arbeit der Hobel- und Stoßmaschinen vielfach ersetzt, indem die Arbeiter eine solche Geschicklichkeit sich aneignen, daß sie gewisse Arbeiten genau nach dem Lineal ausführen können.

Eine Sonderstellung im Locomotivbau nehmen die Vereinigten Staaten von Amerika ein. Es ist dies in der Eigenart des dortigen Eisenbahnwesens



Speisewassergraben auf amerikanischen Bahnen.

begründet. Zu rühmen ist vor Allem die große Gleichmäßigkeit in der Construction und die allgemein streng beibehaltene, typisch gewordene Anordnung der Constructionstheile. Dadurch werden zum Voraus zwei große Vortheile gewonnen: erstens die leichte und billige Herstellung der einzelnen Theile und der Montage durch ein ausgezeichnet geschultes Personale, zweitens die genaue Kenntniß und schnelle Vertrautheit des Führers mit jeder Maschine, welche ihm übergeben wird. Dieser Grundzug im amerikanischen Locomotivbau hat daher Maschinen geschaffen, welche nur wenigen unter sich sehr verwandten Typen angehören; er hat demgemäß auch zur Folge gehabt, daß sämmtliche Eisenbahngesellschaften nur eine geringe Zahl von Locomotivtypen in ihrem regelmäßigen Betriebe verwenden. Erst in allerjüngster Zeit machen sich Abweichungen von den bisherigen Typen

bemerklich; so ist der eigenthümlich geformte Schlot fast ganz verschwunden, bei schweren Zehnkupplern das vordere Truckgestell u. s. w.

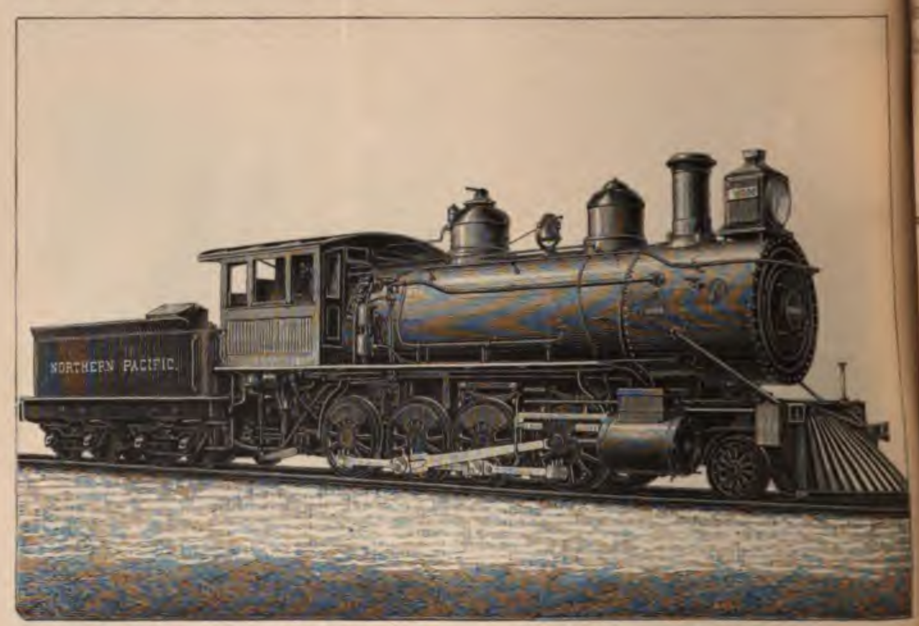
Charakteristisch für die amerikanischen Locomotiven sind deren bedeutende Abmessungen, der große Radstand, insbesondere aber das mit einem Achsenpaare weit vorstehende Truckgestelle mit dem daran befestigten »Kuhfänger«, die bunte Bemalung und die große Durchsichtigkeit — wenn man sich so ausdrücken darf — der ganzen Construction. Fast alle Organe liegen unverhüllt vor dem Blicke und gestatten jederzeit und ohne Umständlichkeiten die Controle. Bei der starken



Nordamerikanische Locomotive. (Type: »American«.) — Dienstgewicht 49·9 Tons.
(Nach einer Photographie des Constructeurs — »Baldwin Locomotive Works« — in Philadelphia.)

Inanspruchnahme der Maschinen und der Nothwendigkeit guter Instandhaltung durch die Fahrmannschaft (an Stelle der Werkstättencontrole) ist diese Anordnung unbedingt ein Vortheil, wenn auch der Nachtheil starker Beeinflussung der Constructionstheile durch äußere Einflüsse nicht zu leugnen ist. Die amerikanische Locomotive ist in dieser Beziehung gerade das Gegentheil der englischen, bei der alles Detail den Blicken verborgen ist. Aeußerlich machen die amerikanischen Maschinen den Eindruck großer Stabilität. Der bedeutende Radstand sichert einen ruhigen Gang, was bei den europäischen Locomotiven mit ihren meist überhängenden Feuerbüchsen und Rauchkammern nicht immer der Fall ist. Der Führerstand ist, in Anbetracht der weiten Fahrten, außergewöhnlich comfortabel und können die Führer ihren Dienst sogar sitzend ausüben.

An den Tendern ist charakteristisch, daß die Federn des Truckgestells außerhalb der Räder liegen und mit ihren nach abwärts gekehrten Enden direct auf den Achsbüchsen des Gestelles aufruhen. Je zwei auf einer Seite liegende Achsbüchsen eines Truckgestells sind durch einen schmiedeeisernen Rahmen und diese durch zwischen den beiden Achsen angebrachte Querbalken mit einander verbunden. Hierdurch unterscheidet sich das Tendertruckgestelle wesentlich sowohl von jenem der Locomotiven, als von jenem der Wagen. Im Allgemeinen sind die Tender größer und schwerer als in Europa.

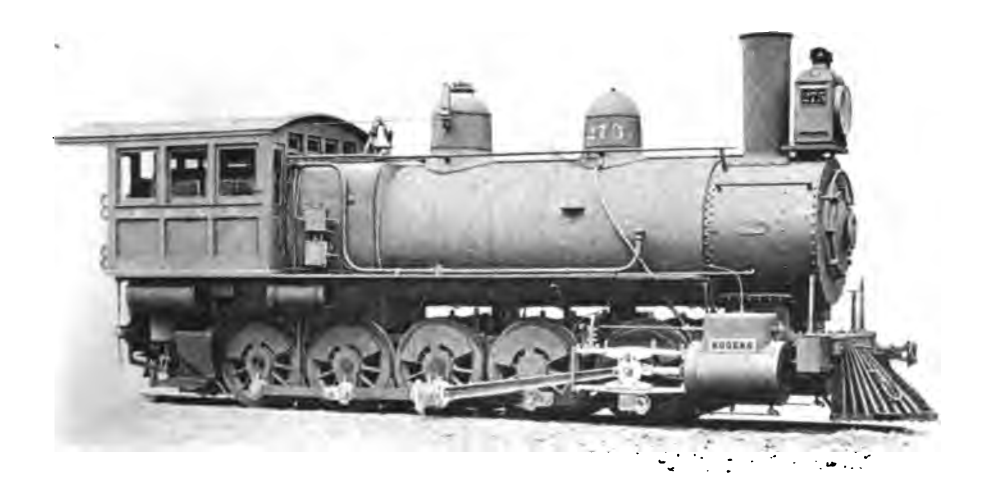


Nordamerikanische Locomotive. (Type »Mogul«.) Dienstgewicht 66·8 Tons.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: »Baldwin Locomotive Works« in Philadelphia.)

Eine specifisch amerikanische Einrichtung, die beiläufig bemerkt auch in England Eingang gefunden hat, ist die Speisung des Tenders mit Wasser während der Fahrt. Zu diesem Zwecke befinden sich auf vollkommen ebenen Strecken zwischen den Schienen blecherne Rinnen von 400 bis 500 Meter Länge. In diese Rinnen wird vor Eintreffen des Zuges Wasser eingelassen und der Tender schöpft dasselbe während der Fahrt über die Rinne, ohne Hinzuthun eines complicirten Mechanismus, ein. Wenn der Tender nämlich über den Anfang der Rinne, welcher durch ein Signal kenntlich gemacht ist, weggefahren ist, senkt der Heizer eine am Boden des Tenders heraustretende Knieröhre so tief, daß sie in die Wasserrinne taucht, und hebt sie, bevor die Rinne passirt ist. In Folge der Geschwindigkeit der Züge und der dem Rohre gegebenen Form steigt das Wasser durch dasselbe auf und entleert sich in den Tender. . . . In einem Lande, in welchem die Zeit

einen so großen Werth hat, ist es erklärlich, daß man zu Vorkehrungen hinneigt, welche die mit der Wasser- und Kohlenversorgung verbundenen Manipulationen auf das thunlichste beschränken. Vermittelst kleiner Brücken, welche quer über einen Einschnitt der Bahn liegen, wird die Kohlenversorgung dadurch bewirkt, daß kleine »Hunde« mit ihrer Ladung zu den mit der Brücke verbundenen Schüttröhren gebracht und hier ihres Inhaltes entleert werden, indem der Tender unmittelbar unter den Schüttröhren Aufstellung nimmt.

Die amerikanischen Locomotiven lassen sich in wenige Haupttypen eintheilen, wobei die Bezeichnungen sich theils auf die Zahl der Kuppelachsen, theils auf die Anordnung des Trucks beziehen. Die ältere Type ist die »American Locomotive«



Nordamerikanischer Zehnkuppler. Dienstgewicht 68 Tons.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Rogers in Paterson, New-Jersey.)

mit zwei oder drei Kuppelachsen und einem vierräderigen Drehschemmel. Die Type »Mogul« zeigt drei Kuppelachsen, an Stelle des vierräderigen Trucks indes nur einen zweiräderigen, den sogenannten Ponnytruck. Es ist — gleich dem zweiachsigen Gestell — ein Schwingegestell, indem hier in gleicher Weise der gußeiserne Drehfuß des Gestells mittelst vier Hängeeisen an den starken schmiedeeisernen Quertraversen aufgehängt ist und so dem Gestelle eine seitliche und zugleich drehende Bewegung um den vor der ersten Achse liegenden verticalen Drehzapfen erlaubt. Sowohl das zweiachsige als das einachsige Gestell sind im Stande, durch ihre schwingende und drehende Bewegung sich allen vorkommenden Curven auf das Beste anzuschmiegen und sie mit Sicherheit zu durchlaufen.

Die schwersten amerikanischen Locomotiven sind durch die Type »Consolidation« vertreten; sie zeigt vier Kuppelachsen und einen Ponnytruck. Bei Zehnkupplern entfällt das einachsige Drehgestell und die Rauchkammer überhängt wie

bei den europäischen Locomotiven. Die Anordnung der Tenderlocomotiven, welche sehr verbreitet sind, weicht von den herkömmlichen Constructionen insoferne ein wenig ab, indem die Vorräthe nicht in besonderen, an der Seite des Kessels und hinter dem Führerstande angebrachten Behältnissen untergebracht werden, sondern hierzu ein gewöhnlicher Schlepptender dient, der constructiv mit der Locomotive zu einem Ganzen vereinigt ist, also für die Adhäsion ausgenützt wird. Tender und Locomotive erhalten je ein zwei- oder dreiachsiges Truckgestell. Diese Maschinen sind sehr leistungsfähig, haben in Folge ihres großen totalen Radstandes einen sehr ruhigen Gang und vermöge der Anordnung zweier Trucks eine große Beweglichkeit in den Curven. Neben dieser Type findet man auch abweichende Constructionen, deren eine hierselbst abgebildet ist. Die Anordnung ist leicht zu ersehen und bedarf keiner Erläuterung.



Nordamerikanische Tenderlocomotive. Dienstgewicht 72·4 Tons.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Rogers in Paterson, New-Jersey.)

Bezüglich des allgemeinen Eindruckes, den die amerikanischen Locomotiven auf europäische Constructeure hervorbringen, ist wohl das Auffallendste die Construction des Rahmens, zu deren Motivirung man vergebens nach zwingenden Gründen sucht, so daß man sich nur wundern kann, wie denn eine so schwere und überaus theuere Construction eine so ausschließliche Anwendung finden konnte. Abgesehen von dem ungünstigen Profile eines so wichtigen Trägers und abgesehen von der theueren Herstellung, zeigt die Construction — wie Ingenieur A. v. Feyrer hervorhebt — den nicht unbedeutenden Nachtheil, den Platz zwischen den Rahmen, namentlich für die Breite der Feuerbüchse, noch mehr zu beengen, die Solidität durch Herstellung aus zwei zusammengeschraubten Stücken zu verringern und die Festigkeit durch eine ganz bedeutende Zahl von Schweißstellen zu beeinträchtigen. Maschineninspector J. Brosius constatirt indes, daß die Rahmen stark genug sind, gefällig aussehen und die Theile unter dem Kessel besser revidiren lassen.

Der Kessel der amerikanischen Locomotiven ist im Großen und Ganzen von der gleichen Anordnung, wie bei den europäischen Maschinen. Der Langkessel besteht

aus drei Sätzen, welche je aus einem einzigen, häufig auch aus zwei Blechen gebildet werden. An diese Bleche setzen sich zwei nach der Feuerbüchse konisch sich erweiternde Bleche an, welche den Uebergang zur überhöhten Feuerbüchse bilden, wodurch das vordere Blech der Feuerbüchse nur eine Höhe bis zur Mitte des Kessels erfordert und billiger und solider, als bei Verlängerung bis zur Decke der Feuerbüchse, hergestellt werden kann. Die äußere Feuerbüchse schließlich wird gebildet aus einem halbkreisförmigen Deckblech, zwei Seitenblechen und der, mit der Feuerthür versehenen Rückwand. Durch diese Construction werden von der Circulation ausgeschlossene Dampfräume gänzlich vermieden und ist der Uebergang vom Langkessel zur Feuerbüchse ein sehr zweckmäßiger.

Die Feuerrohre sind aus Schmiedeeisen hergestellt und ist ihre Länge zwischen den Rohrplatten in Folge der sehr langen Feuerbüchse eine auffallend geringe, was von hohem Werthe ist. Wenn der Mantel abgeschrägt ist, hat der Dampfdom seinen Platz auf dem Langkessel vor der Feuerbüchse, sonst auf dieser. Manche Locomotiven haben zwei Dampfdome; der auf der Feuerbüchse dient alsdann nur als Dampfraum, wogegen der Regulator in dem vorderen seinen Platz hat. Der Sandkasten (von welchen mitunter zwei vorhanden sind) ist aus Gußeisen und im Aeußeren dem Dampfdome ähnlich.

Entsprechend den großen Feuerbüchsen sind auch die Rostflächen der amerikanischen Locomotiven durchwegs sehr große und fordert eine sehr gute Kohle. Bei Locomotiven, welche Anthrazitkohle — welche die meiste Luft zur Verbrennung braucht — feuern, wird der Rost von schmiedeeisernen Röhren gebildet, welche in den beiden Feuerbüchswänden (wie die Sieberöhren in den Rohrwänden) befestigt sind und in welchen das Kesselwasser circulirt. Den Rohrmündungen gegenüber sind die Wände des Mantels durchbohrt und mit Kopfschrauben geschlossen. Durch diese Oeffnung erfolgt die Reinigung, Reparatur und Auswechslung der Roströhren. Zur Entfernung der Schlacke ist in der Mitte oder an mehreren Stellen statt des Rohres ein massiver runder Eisenstab eingeschoben, der vom Führerstande herauszuziehen und häufig derart angeordnet ist, daß er auch hin- und hergeschüttelt und zur Seite gedreht werden kann.

Die Rauchkammer ist stets cylindrisch und setzt sich meist als letzter Satz des Langkessels fort, oder sie ist außerhalb der Rohrplatte auf denselben aufgenietet. Mit ihrer unteren Basis sitzt sie auf den Cylindern, deren Ein- und Ausströmungscanäle, in einem Stücke mit den Cylindern gegossen, bis in die Mitte der Locomotive reichen, wo sie gegen einander verschraubt sind. Der cylindrische Schornstein ist gewöhnlich mit einem sehr auffällig profilirten Funkenfänger versehen, doch zeigen die neuesten Locomotiven eine Form des Schornsteines, welche demjenigen europäischer Locomotiven durchaus gleicht. Die Baldwin'schen Maschinen haben in der Essenmündung ein trichterförmig über der Dampfausströmung angebrachtes Drahtsieb, wodurch der Schornstein einfach cylindrisch bis an sein Ende geführt werden kann. Den vorderen Verschluß der Rauchkammer bildet ein guß-

eiserner Rahmen, auf welchem sich eine stark ausgebauchte kreisförmige Thür befindet.

Der Regulatorhebel wird horizontal dirigirt und befindet sich an der vorderen Feuerbüchsenwand. Auf dem Dampfdome befinden sich stets zwei Sicherheitsventile, von denen das eine durch Federwerke im Führerstande beliebig belastet werden kann, während das zweite, welches auf 9—12 Atmosphären gestellt ist, dem Führer unzugänglich ist. Die Speisung des Kessels erfolgt meistens durch Speisepumpen, doch finden die Injectoren immer mehr Eingang. Die Dampfpfeife, von der übrigens sehr mäßiger Gebrauch gemacht wird, hat einen tieferen Ton als bei uns. Die für die amerikanischen Locomotiven charakteristische Alarm- oder Signalglocke hängt in einer auf dem Langkessel befestigten Gabel und wird durch den Heizer mittelst einer Leine, seltener durch einen mittelst Dampf betriebenen Mechanismus in Bewegung gesetzt.

Der Führerstand — von dessen bequemer Einrichtung bereits flüchtig Erwähnung geschah — ist ganz verschieden von denen auf europäischen Locomotiven. Er ist ganz in sich geschlossen und bildet einen förmlichen kleinen Wohnraum. Selbst der gepolsterte Sitz mit Rücklehne fehlt nicht. An den Wänden der Cabine sieht man Bilder in Rahmen, Fahrpläne, Instructionen u. dgl. Das Fahrpersonale, welches fast nie gewechselt wird, versteht es auch sonst, sich seinen Aufenthalt behaglich zu gestalten. Der Führerstand liegt ziemlich hoch, so daß der Heizer eine Stufe herabsteigen muß, wenn er feuern will. Durch diese Anordnung ist übrigens der Führer nicht in der Lage, die Feuerung zu übersehen. In der Vorderwand der Cabine befindet sich auf jeder Seite eine Thür, welche auf die zur Seite des Kessels laufende Plattform führt.

Bezüglich des Treib- und Laufwerkes amerikanischer Locomotiven sind verschiedene Eigenthümlichkeiten hervorzuheben. Die Dampfcylinder sind oft zu beiden Seiten symmetrisch, in welchem Falle sie durch ein Gußstück verbunden sind. Dieses sehr kräftig gehaltene Mittelstück enthält die eingegossenen Dampfröhren von der Rauchkammer bis zum Cylinder; es bildet die Unterstützung mit der Rauchkammer, mit welcher es verschraubt ist, und außerdem hat es am unteren Ende den hohlen Spurzapfen, welcher sich auf die Spurplatte des Truckgestelles legt. Uebrigens giebt es auch abweichende Constructionen, z. B. daß je ein Cylinder mit seinen Dampf-Ein- und Ausströmungsröhren zu einem Stück gegossen ist und diese beiden Gußstücke in der Längenachse der Locomotive zusammenstoßen und gegenseitig verschraubt sind. Dagegen ist der Schieberkasten nicht aus einem Stück mit dem Cylinder hergestellt, kann also im Falle einer Untersuchung abgenommen werden. Die Dampfkolben sind gewöhnlich aus Gußeisen mit Federn zum Spannen der Ringe versehen, oder es wird der Dampf selbst benützt, die Ringe gegen die Cylinder zu pressen. Die Kolbenstangen werden aus Schmiedeeisen oder Stahl erzeugt. Die Führung des Kreuzkopfes geschieht auf verschiedene Art, entweder durch vier Lineale zu beiden Seiten des Kreuzkopfes, oder durch zwei Lineale ober-

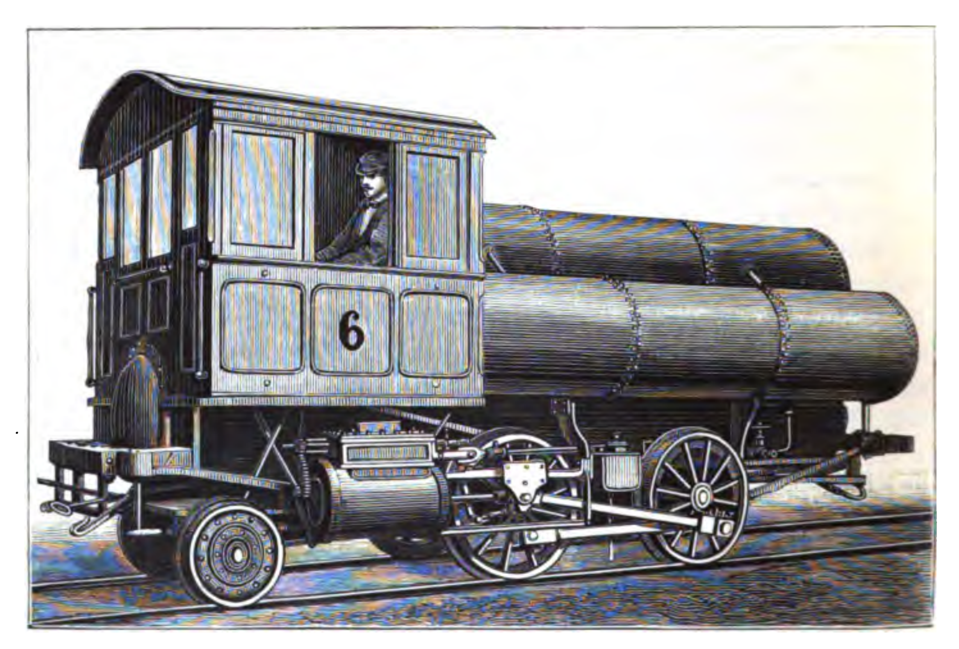
und unterhalb desselben, oder endlich durch einen starken Balken, an welchem der Kreuzkopf hängt. Die Führungslineale sind gewöhnlich aus Stahl und in kräftigen Dimensionen erzeugt. Die Pleuel- und Kuppelstangen sind durchwegs in sehr starken Dimensionen aus Schmiedeeisen erzeugt und sind entweder ausgehobelt oder nicht. Die Köpfe sind meist offen, mit schweren eckigen Kappen versehen, die breiten Messingbüchsen mit einem oder zwei Keilen nachstellbar. Kurbel- und Kuppelstangen sind nicht immer polirt, sondern vielfach nur mit dicker Oelfarbe angestrichen.

Die Steuerung ist, vereinzelte Ausnahmen abgerechnet, die Stephenson'sche Coulissensteuerung. Die Excentrics und Coulissen des Rahmens liegen unter dem Kessel. Da nun die Schieber außerhalb liegen, so findet eine Uebersetzung der Bewegung mittelst einer zweiarmigen Kurbelwelle statt, wobei die Schieberkurbel an die lange Schieberstange angreift. Diese ist nicht gelenkig, muß sich also um den Ausschlag der Kurbel biegen. Jede Coulisse hängt nur an einem Hängeeisen. Die zur Ausgleichung des Gewichtes der Excenterstangen und Coulissen üblichen Gegengewichte sind durch Federn ersetzt.

Was schließlich die Räder und Achsen betrifft, so werden die letzteren jetzt bereits vielfach aus Bessemerstahl erzeugt, gegen den man bislang ein schwer zu bekämpfendes Vorurtheil hatte. Die Treibräder sind ausnahmslos Speichenräder, jene der zweiachsigen Trucks nicht immer, während die Räder des Ponytrucks immer Vollguß sind. Die Anordnung der Type ist derjenigen bei europäischen Rädern gleich. Die Truckräder haben nur zuweilen, die Tenderräder niemals Bandagen. Da die Beweglichkeit des Gestelles nur bei Laufräder rationell ausgenützt werden kann, bei dem großen totalen Radstande der Acht- und Zehnkuppler aber das Durchfahren der Curven bedenklich wäre, findet hier ein Constructionsmodus Anwendung, der überall sonst verpönt ist. Man stellt nämlich die Räder der mittleren Achsen ohne Spurkranz her, um den zu großen seitlichen Druck auf die Schienen zu vermeiden. Versuche mit Rädern aus elastischem Material (ja selbst aus Papiermasse), wie solche von Grigg, Atwood, Radin u. A. angestellt wurden, haben sich nicht bewährt. Eine Locomotive ist eben ein so schwerer Mechanismus, daß nur das stärkste zur Anwendung kommende Material die Bürgschaft für volle Sicherheit zu bieten vermag.

Die Locomotiven, die wir vorstehend kennen gelernt haben, stellen einen Fahrapparat vor, welcher sich derart in unsere Vorstellung eingelebt hat, daß wir mit dem Begriffe einer »Locomotive« immer die Anwesenheit eines Feuerherdes verbinden, von welchem heiße Gase ausgehen, um ihre Wärme dem Wasser mitzutheilen und dieses in Dampf zu verwandeln. Es giebt aber — wie Jeder weiß — Locomotiven, bei denen dies nicht zutrifft, indem sie des Wasserdampfes als motorische Kraft entweder ganz entbehren, oder ihn ohne Feuerherd entwickeln. Zu den ersteren zählen die pneumatischen und elektrischen Locomotiven, zu den letzteren die Heißwasserlocomotive und die Natronlocomotive.

Die beigegebene Abbildung veranschaulicht eine durch comprimirte Luft getriebene Locomotive, wie solche versuchsweise vor einiger Zeit auf einer französischen Localbahn in Verwendung gekommen sind. Die motorische Kraft wird dadurch erzeugt, daß eine Dampfmaschine von 80 Pferdekräften die Luft in die vier Stahlblechkessel, welche hier an Stelle des gewöhnlichen Wasserkessels treten, mit einem Ueberdruck von 30 Atmosphären comprimirt wird. Die Maschine unterscheidet sich principiell in nichts von der einer gewöhnlichen Locomotive, indem der Bewegungsapparat ganz so wie bei dieser functionirt. Die Locomotive hat zwei Kuppelachsen und eine Laufachse. Zur Regulirung des Luftdruckes ist eine



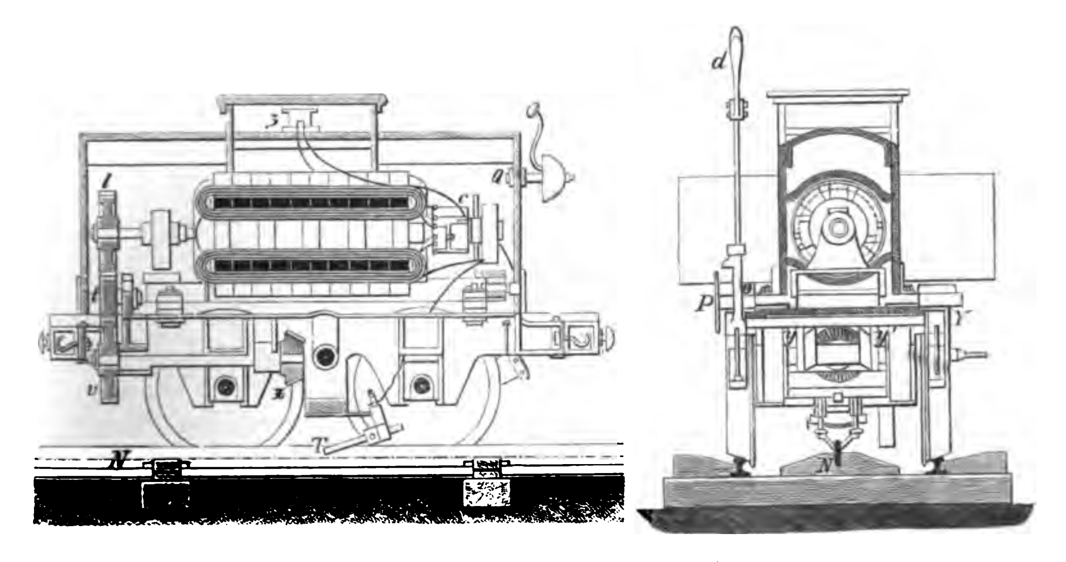
Durch comprimirte Luft getriebene Locomotive.

entsprechende Vorrichtung vorhanden. Eine automatische Luftbremse (neben einer Handbremse) tritt in Wirksamkeit, sobald der Regulator geschlossen wird, wodurch der Wagen fast augenblicklich zum Stillstand kommt. Mit einer einmaligen Luftfüllung legt eine solche Locomotive einen Weg von circa 15 Kilometer zurück, wobei am Endpunkte der Fahrt der Ueberdruck der comprimirten Luft auf 12 Atmosphären herabgesunken ist. Die Füllung bis zu dem nothwendigen Ueberdruck muß dann neuerdings erfolgen.

Bezüglich der Ausnützung der elektrischen Kraft zur Fortbewegung von Eisenbahnfahrzeugen haben wir hier nur solche im Auge, welche thatsächlich als Locomotiven functioniren, also nicht die selbstständig mit Motoren ausgerüsteten Personenwagen. Solche elektrische Locomotiven haben den Vortheil

größerer Leistungsfähigkeit für sich, indem der Motor weit größer hergestellt werden kann, als es bei den Wagen der im beschränkten Maße vorhandene Raum gestattet.

Die elektrische Locomotive ist nicht so jungen Datums als man meinen möchte. Gleich nach Erfindung der elektro-magnetischen Maschinen bauten Stratingh und Becker in Gröningen (1835) und Botto in Turin (1836) ein elektromagnetisches Fahrzeug. Im Jahre 1842 wurde auf die Edinbourgh-Glasgower Bahn ein Versuch mit einer elektromagnetischen Locomotive von Davidson ausgeführt. Die Geschwindigkeit betrug vier Meilen in der Stunde, die bewegte Last betrug sechs Tons. Im Jahre 1851 machte Dr. Page mit einer elektrischen Locomotive eine Probefahrt zwischen Washington und Bladensburg. Auch sonst sind schon vor

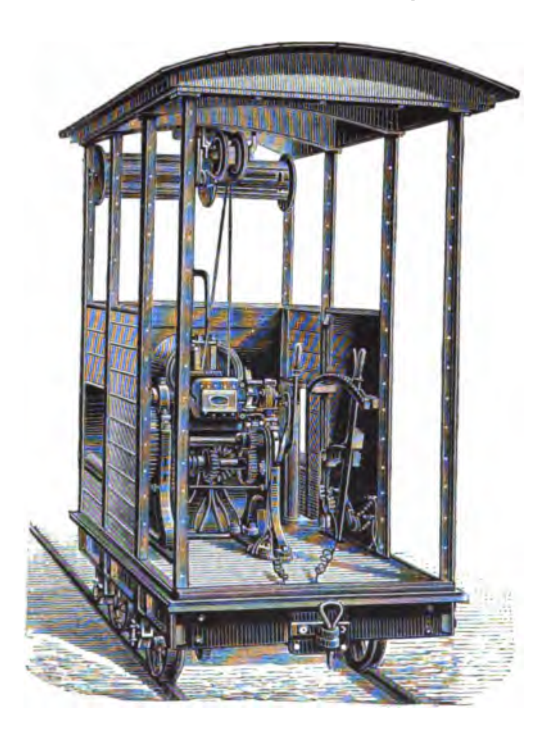


Elektro-Locomotive von Siemens & Halske.

Jahrzehnten mancherlei Versuche angestellt worden, die elektromagnetische Kraft als Zugkraft zu verwerthen.

Während bei diesen Versuchen meist die galvanische Batterie auf der Locomotive selbst untergebracht war, tritt der Gedanke, die Batterie bleibend an einem Orte der Bahn aufzustellen und dem Fahrzeuge den Strom durch isolirte, zwischen den Schienen liegende Zuleitungsdrähte zuzuführen, zum erstenmale im Jahre 1865 in einem von L. Bellot construirten Modell zu Tage. Aber erst 1875 gelang es Siemens und Halske, eine praktisch verwerthbare Construction zu ersinnen und in diesem Jahre wurde dann auch die erste elektrische Bahn gelegentlich der Berliner Gewerbe-Ausstellung in Betrieb gesetzt. Es war freilich nur ein Versuchsobject: ein etwa 300 Meter langer, oval in sich selbst geschlossener Schienenweg, auf welchem ein Wagen, der die Form einer Doppelbank (Lehne gegen Lehne) hatte,

von einer elektrischen Locomotive fortgezogen wurde. Diese letztere bestand aus einem vierräderigen Wagengestelle, auf welchem ein Elektromotor derart angebracht war, daß die Rotationswelle parallel zu den Schienen lag. Die Rotation übertrugen die Zahnräder l, t, v und x (in Abbildung auf Seite 299) auf die Räder der kleinen Locomotive. Der auf der letzteren angebrachten secundären Maschine wurde der Strom der primären Maschinen durch die Eisenschiene N zugeführt, welche, von der Erde isolirt und auf Holzunterlagen befestigt, in der Mitte der bei den Eisenbahnschienen diese in ihrer ganzen Länge begleitete.

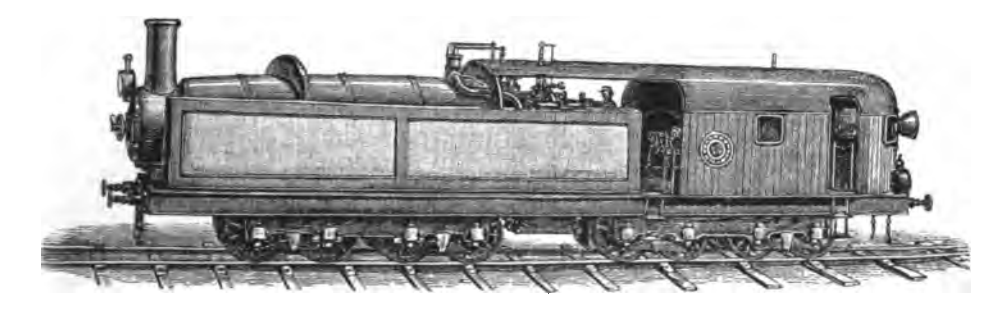

Elektrische Locomotive.

Der Erfolg dieser Construction führte alsbald zu anderen Versuchen, die sich allenthalben bewährten, so daß heute die Zahl der elektrischen Eisenbahnen bereits eine sehr ansehnliche ist. Insbesondere in Nordamerika hat dieser Zweig des technischen Verkehrswesens große Fortschritte gemacht. Da wir aber dem Straßenbahnwesen in einem besonderen Abschnitte eingehende Behandlung zu Theil werden lassen, beschränken wir uns hier auf jene Art von elektrischen Eisenbahnen, bei welchen die Locomotive ihre motorische Kraft nicht zugeleitet erhält, sondern mit sich führt. Man erreichte dieses Ziel zunächst mit Hilfe der sogenannten Accumulatoren, d. h. in welchen die motorische Kraft aufgespeichert wird. Für praktische Zwecke erfolgt das »Laden« der Accumulatoren durch Maschinen; es können aber auch galvanische Elemente oder Thermosäulen benützt werden.

Die vorstehende Abbildung veranschaulicht eine elektrische Locomotive, die in der großen Bleicherei zu Breuil en Auge (Calvados) zur Anwendung kam. Sie besteht aus einem Wagen, auf welchem eine Siemens'sche Maschine aufgestellt ist, die ihre Bewegungen durch die Ströme der Accumulatoren erhält und entweder auf die Räder der Locomotive oder die Rollen und Walzen überträgt, welche das Einziehen der Leinwand zu besorgen haben. Die auf der rechten Seite der Abbildung sichtbaren Hebel dienen dazu, diese verschiedenen Bewegungen einzuleiten. Mit ihrer Hilfe kann die Locomotive in schnelleren oder langsameren Gang versetzt

oder unter Mitwirkung einer Bremse zum Stillstand gebracht werden. Die Umstellung eines Hebels gestattet auch, die Bewegung der Siemens'schen Maschine je nach Bedarf entweder auf die Räder der Locomotive oder die Einziehvorrichtung zu übertragen. Die Locomotive hat ein Gewicht von 935 Kilogramm und zieht nebst dem Batteriewagen im Gewichte von 700 Kilogramm sechs Waggons, deren jeder beladen 800 Kilogramm wiegt, also eine Gesammtlast von etwa 6·4 Tons. Die erreichbare Geschwindigkeit bei voller Last ist 12 Kilometer pro Stunde.

Es leuchtet ein, daß eine durch Accumulatoren betriebene elektrische Locomotive von der Leistungsfähigkeit der ersteren abhängig ist und die Erschöpfung der motorischen Kraft das Fahrzeug zum Stillstand bringt. Demgemäß richtet sich das Augenmerk der Techniker in neuester Zeit auf eine Construction, welche es ermöglichen soll, die nothwendige Zugkraft auf der Maschine selbst zu erzeugen, also ganz so wie bei der Dampf-Locomotive. Wir wissen von früher her, daß eine

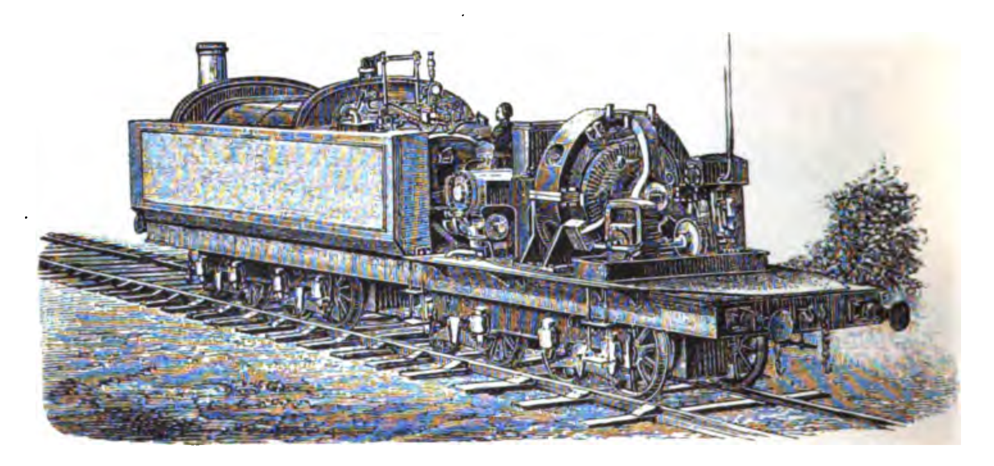


Elektro-Locomotive von Heilmann.

Locomotive pro Stunde und Pferdekraft etwa 2 Kilogramm Kohle verbraucht. Verwenden wir dasselbe Quantum Kohle, welches erforderlich ist, um die für eine Locomotive nothwendige Dampfmenge zu erzeugen, und benützen wir den durch dieses Kohlenquantum erzeugten Wasserdampf als Triebkraft für eine andere Maschine, welche elektromotorische Kraft erzeugen soll, so ergiebt sich, daß mit nur 1·8 Kilogramm Kohle derselbe Nutzeffect erzielt wird, d. h. daß damit eine motorische Kraft producirt wird, deren Effect einer Pferdekraft gleich ist. Hierzu kommt noch, daß man diese elektromotorische Kraft nicht sofort zu verwenden braucht, sondern für den Zeitpunkt des Bedarfes aufspeichern kann. Daraus ergiebt sich, daß die elektromotorische Kraft ökonomischer ist, als die reine Dampfkraft. Ein zweiter Vortheil der elektrischen Locomotiven ist die zu erreichende bedeutende Geschwindigkeit, welche unter normalen, die Betriebssicherheit nicht gefährdenden Verhältnissen zum Mindesten doppelt so hoch anzuschlagen ist, als bei den Dampf-Locomotiven.

In neuester Zeit haben sich zwei Techniker mit Constructionen befaßt, welche das vorentwickelte Princip zur Richtschnur genommen haben: Brown und Heilmann.

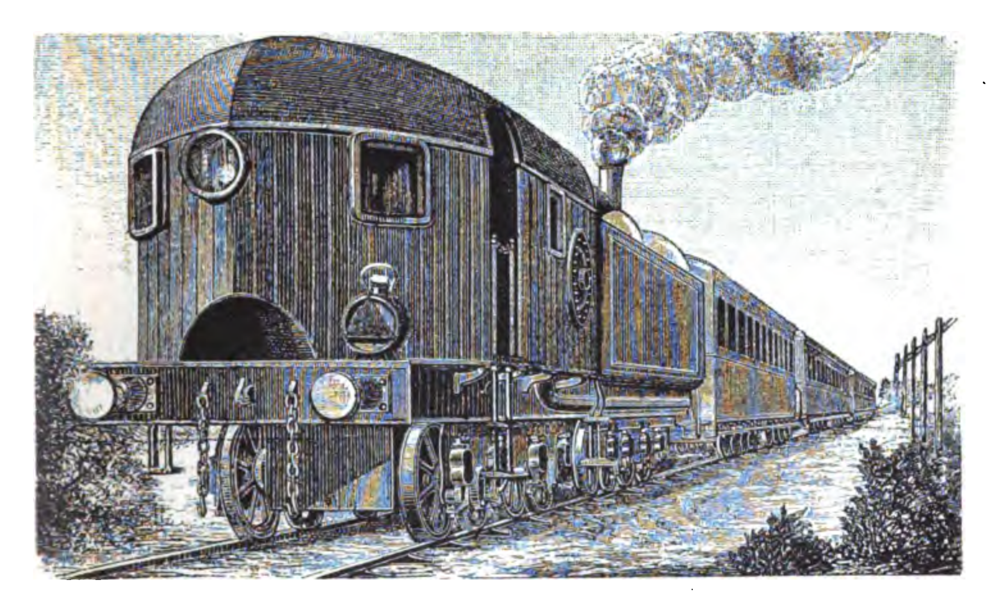
Bei dem System Brown ist die als Elektricitäterzeuger verwendete Dampfmaschine auf der Locomotive selbst untergebracht und steht mit der als Erreger dienenden Dynamomaschine in unmittelbarer Verbindung. Die mit dem Dynamo erzeugte elektromotorische Kraft wird auf secundäre Maschinen, welche im Niveau der Locomotivachsen liegen und »Empfänger« genannt werden, übertragen. Soll die Locomotive das zur Zeit vorhandene Rollmaterial ziehen, so geschieht die Kraftübertragung nur auf die Räder der Locomotive. Bei neu anzulegenden Bahnen mit eigens hierzu gebauten Wagen würde die Einrichtung getroffen werden, daß sich an allen Wagen im Niveau der Achsen Empfänger befinden, womit sich der besondere Effect erzielen ließe, daß im Augenblicke, wo der elektrische Strom spielt, sich sämmtliche Räder des Zuges zu gleicher Zeit in Bewegung setzen.



Ansicht der elektrischen Locomotive ohne Dach mit der Ansicht des elektrischen Motors.

Der mit dieser Anordnung erzielte Vortheil ist in die Augen springend. Man betrachte nur die keuchende und pustende Dampflocomotive eines schweren Güterzuges. Um in Lauf zu kommen, muß die Maschine nicht nur das ihrem Eigengewicht entsprechende Trägheitsmoment überwinden, sondern auch dasjenige jedes einzelnen Waggons. Bis zur Erreichung der normalen Geschwindigkeit verstreicht eine ansehnliche Zeit, und auch das plötzliche Anhalten eines schweren Güterzuges ist — selbst im Falle, daß derselbe mit durchgehenden Bremsen ausgerüstet wäre, was zur Zeit nur versuchsweise geschieht — sehr schwer zu bewirken, eingedenk des Beharrungsvermögens einer so bedeutenden Last, die sich in Bewegung findet. Bei der elektrischen Locomotive mit den Secundärmaschinen an allen Wagenachsen arbeiten dagegen alle Räder gleichzeitig; der Zug setzt sich mit einem Ruck in Bewegung und kann viel schneller zum Stillstand gebracht werden, als es bei den jetzigen Locomotions- und Bremsvorrichtungen der Fall ist.

Die elektrische Locomotive nach dem System Heilmann, deren Anordnung und Constructionsdetails aus den hier stehenden Abbildungen zu entnehmen sind, besteht aus einem Doppelwagen mit je vier Achsen, von welchen je zwei gekuppelt sind. Alle zur Erzeugung der motorischen Kraft erforderlichen Apparate befinden sich am Vorderwagen (Vordertheil), während die Dampfmaschine, der Dampfkessel und die Vorräthe im Hinterwagen (Hintertheil) untergebracht sind. Sämmtliche maschinellen Organe sind unter Dach, sozusagen in einem Kasten eingeschlossen. Um sie gegen Stöße und starke Erschütterungen zu schützen, ist eine besondere, gelenkartige Verbindung der Achsen mit dem Wagenkasten hergestellt, wodurch die von



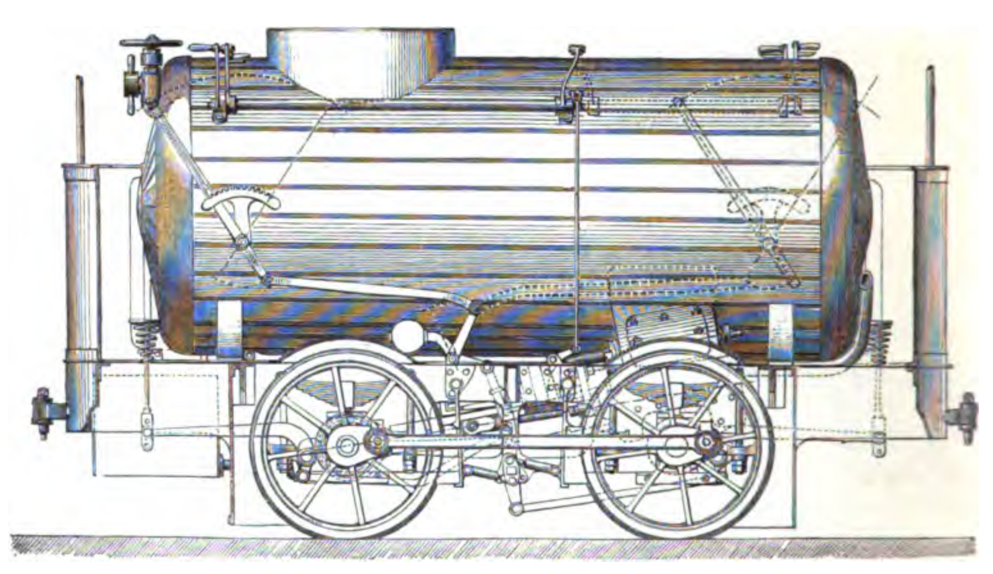
Ein elektrischer Eisenbahnzug.

den Rädern empfangenen Stöße bedeutend abgeschwächt werden. Diese Einrichtung ist von principieller Wichtigkeit, weil die Federschwingungen einen bedeutenden Einfluß auf den unruhigen Gang der Locomotive nehmen.

Sehen wir zu, wie es sich damit verhält. Die Federn der normalen Locomotiven vollführen ihrer Belastung entsprechend, wenn sie durch Stöße erschüttert werden, in der Secunde etwa 5·6 bis 7 Schwingungen. Vergleichen wir diese Schwingungszahlen mit der Anzahl der Treibachsenumdrehungen in der gleichen Zeit bei gewisser Fahrgeschwindigkeit, so erhalten wir (nach den Ausführungen eines anonymen Fachmannes) folgende Beziehungen. Bei jeder Umdrehung erhält die Treibachse von der Dampfmaschine zweimal senkrecht gerichtete Kräfte, welche bei der Umsetzung der geradlinigen Kolbenbewegung in die kreisförmige der Kurbel entstehen. Der Umfang der Treibräder mit mittelstarken Reifen an den

Normal-Locomotiven für Personen- und Güterzüge ist etwa 5·3 und 4 Meter. Bei einer Radumdrehung legen also diese Locomotiven einen Weg von 5·3 beziehungsweise 4 Meter zurück.

Nehmen wir nun beispielsweise die Zahl der Treibachsenumdrehungen in der Secunde gleich der Hälfte von der oben angegebenen Zahl der Federschwingungen, also $\frac{5 \cdot 6}{2} = 2 \cdot 8$ und $\frac{7}{2} = 3 \cdot 5$, so wird bei dieser Zahl von Umdrehungen der von den Treibrädern zurückgelegte Weg in der Secunde für Personenzug-Locomotiven $2 \cdot 8 \times 5 \cdot 3$ Meter und $3 \cdot 5 \times 5 \cdot 3$ Meter — für Güterzug-Locomotiven $2 \cdot 8 \times 4$ Meter und $3 \cdot 5 \times 4$ Meter, oder durch Kilometer in der Stunde wiedergegeben:



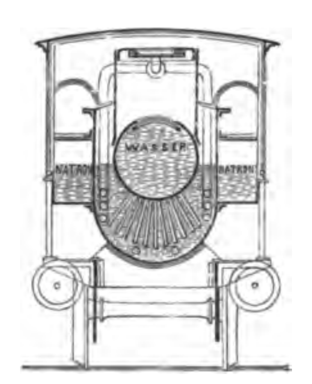
Heißwasser-Locomotive Francq's.

$\frac{2 \cdot 8 \times 5 \cdot 3 \times 3600}{1000} = 53 \cdot 4$ Kilometer und $\frac{3 \cdot 5 \times 5 \cdot 3 \times 3600}{1000} = 66 \cdot 8$ Kilometer für Personenzug-Locomotiven sein. Für Güterzug-Locomotiven erhalten wir auf dem gleichen rechnerischen Wege 40·3 beziehungsweise 50·4 Kilometer in der Stunde. Innerhalb der Grenzen dieser Geschwindigkeiten fallen die halben Umdrehungen der Treibachsen, also gleichzeitig auch die Kraftwirkungen aus der Dampfmaschine, mit den Federschwingungen zusammen. Diese Kraftwirkungen bei jeder halben Radumdrehung werden also bei diesen Geschwindigkeiten die Federschwingungen sehr beeinflussen und den unruhigen Gang der Locomotive verstärken.

Was nun die Heilmann'sche Locomotive anbelangt, ist deren mittlere Fahrgeschwindigkeit mit 90—100 Kilometer angenommen. Ein nicht zu unterschätzender Uebelstand bei allen elektrischen Locomotiven, welche die motorische Kraft selbst

erzeugen, ist der ungünstige Einfluß der Eisenmassen auf die Elektricitätserzeugung. Ueber das Stadium von Projecten sind übrigens die Constructionen Brown's und Heilmann's zur Zeit noch nicht hinausgekommen.

Wir kommen nun zur Heißwasser-Locomotive. Sie wurde von dem Amerikaner Lamm erfunden und von dem französischen Ingenieur Francq verbessert, und erzeugt den Dampf in feststehenden Kesseln, aus welchen er unter bedeutendem Drucke in das doppelwandige, mit Wasser gefüllte Reservoir der Locomotive geleitet wird. Die Temperatur steigt hoch über den Siedepunkt, aber seine Theilchen können sich nicht in Dampf verwandeln, weil der auf ihnen lastende Druck zu bedeutend ist. Sobald aber der Führer ein Ventil öffnet, strömt ein Theil des über dem Wasser lagernden Dampfes den Cylindern zu, und in dem Maße, als sich in Folge dessen der Druck vermindert, verdampft das Wasser. Es findet also derselbe Vorgang statt, wie im Kessel der gewöhnlichen, mit einem Feuerherd versehenen Locomotive. Auf dem Wege vom Reservoir zu den Cylindern passirt der Dampf einen kleinen sinnreichen Apparat, welcher dem Führer gestattet, die Fahrt mit einer bestimmten Dampfspannung in den Cylindern zurückzulegen, und diese nach Bedürfniß innerhalb gegebener Grenzen zu vermindern oder zu vergrößern.



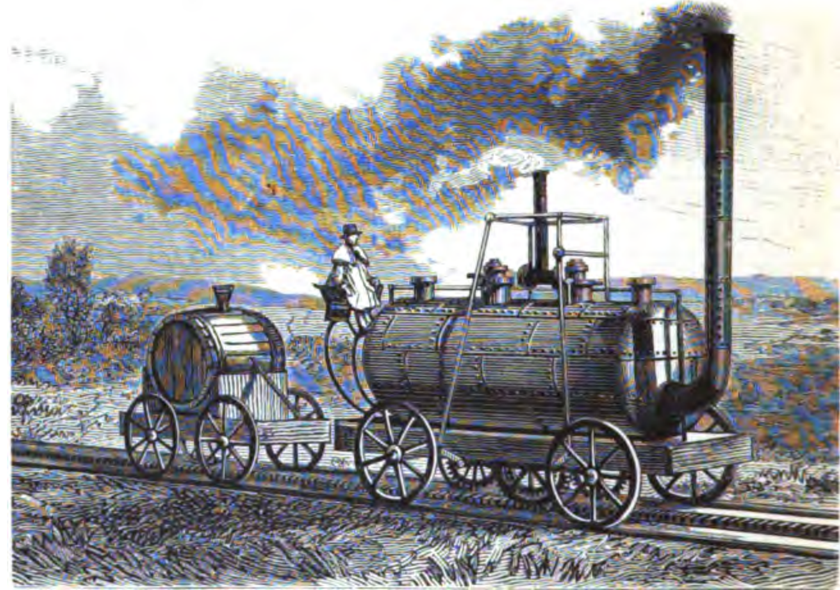
Honigmann's Natron-Locomotive.

Francq's Heißwasser-Locomotive führt die Wärmequelle für die Dampferzeugung nicht mit sich und darin liegt eine gewisse Beunruhigung, weil das Arbeitsvermögen der Locomotive fallweise unter die erforderliche Größe herabsinken kann. . . . Um diesem Uebelstande abzuhelfen, hat der deutsche Ingenieur Honigmann einen Ausweg gefunden, indem er seinerfeuerlosen Locomotive eine Wärmequelle gab. Als solche fungirt die Natronlauge. Die wässerige Lösung von Aetznatron besitzt eine große Leidenschaft für Wasserdampf, den sie gierig auffaugt, um ihn wieder in Wasser zu verwandeln. Dabei steigert sich ihre Temperatur, sie entwickelt Wärme, wodurch jene zur Wärmequelle wird. Honigmann umgiebt den Warmwasserkessel seiner Locomotive mit einem zweiten Kessel, den er mit der durstigen Natronlauge füllt. Aus dem hocherhitzten Wasser des inneren Kessels entwickelt sich Dampf, welcher den Cylindern zuströmt, dort Arbeit leistet, dann in den äußeren Kessel übergeht und hier vom Aetznatron in Wasser verwandelt wird. Hierbei entwickelt sich Wärme, diese steigert die Temperatur des Wassers und erhält sie fast gleichmäßig auf einer gewissen Höhe. Nach einiger Zeit muß die Natronlauge von neuem »eingedampft« werden, damit sie wieder fähig werde, Dampf aufzunehmen, ihn zu condensiren und Wärme zu entwickeln.

Sowohl die Heißwasser-Locomotive Francq's als die Natron-Locomotive Honigmann's haben in Deutschland, Frankreich und insbesondere in überseeischen Ländern Anwendung gefunden. Sie werden mit den elektrischen Motoren auf

Straßen- und Stadtbahnen jedenfalls in ernste Concurrenz treten, sobald die Begeisterung für die elektrische Locomotive jener ruhigen Anschauung gewichen sein wird, welche einen berechnenden Vergleich zwischen Motoren gestattet, die auf verschiedene Weise das gleiche Ziel anstreben.

Eine eigenartige Stellung im Maschinenwesen der Eisenbahnen nehmen die Berg-Locomotiven ein, denen bei rationeller Ausnützung der bisher gewonnenen Erfahrungen eine große Zukunft bevorsteht. Wenn bereits das einfache Adhäsionssystem, wie wir gesehen haben, eine schier unübersehbare Zahl verschiedener Locomotivconstructionen und zugehörigen Leistungen ins Leben gerufen hat, so ist es



Blenkinshop's Zahnradbahn (1812).

erklärlich, daß eine Combination von Adhäsion und Zahnstange eine noch gesteigerte Mannigfaltigkeit zuläßt. Es ist bemerkenswerth, daß die Zahnrad-Locomotive früher die Eisenbahntechniker beschäftigte, als die Adhäsionsmaschine, weil man (vor Eröffnung der ersten Locomotivbahn) der Meinung war, daß zwischen Rad und Schiene die wünschenswerthe Reibung zur Fortbewegung von Lasten nicht zu erzielen sein möchte. Blenkinshop, Maschinist im Midletoner Kohlenbergwerke, glaubte diesfalls ein Auskunftsmittel gefunden zu haben, indem er zwischen den beiden Bahnschienen eine dritte Schiene in Form einer Zahnstange einlegte, in welche die Zähne eines unter dem Kessel der Locomotive angebrachten Rades eingriffen.

Der Erfolg war nicht zu unterschätzen. Blenkinshop's Zahnrad-Locomotive, welche im Jahre 1811 in Thätigkeit gesetzt wurde, wog 5 Tons und beförderte

auf der horizontalen, 5·6 Kilometer langen Bahn zwischen Midleton und Leeds eine Gesammtlast von 94 Tons mit einer Geschwindigkeit von etwas mehr als 5 Kilometer pro Stunde. Sie soll, nach den Mittheilungen Cummings, auf der Steigung von etwa 66‰ (1/15) einen Zug von 15 Tons Bruttolast mit einer Geschwindigkeit von 16 Kilometer fortgeschafft haben. Trotz dieser überraschenden Leistung liegt es auf der Hand, daß dieses System die Geschwindigkeit beeinträchtigte und ein Theil der Zugkraft derselben durch die Reibung im Zahnapparate verloren ging. Als nun zwei Jahre später Blacket die Möglichkeit der Adhäsionslocomotive nachwies, wandten sich die Constructeure dieser letzteren zu und von Blenkinshop's Zahnrad-Locomotive war nicht mehr die Rede.

Wir haben in der allgemeinen Uebersicht eine zusammenfassende Darstellung der Entwickelung der Bergbahnen mit Zahnbetrieb gegeben, und wollen daher zur Vermeidung von Wiederholungen uns im Folgenden nur mit den Berg-Locomotiven beschäftigen. . . . Nachdem es sich einmal gezeigt hatte, daß die Adhäsions-Locomotive in mehr als ausreichendem Maße leistungsfähig sei, ging man von diesem Principe auch dann nicht ab, als mit dem Bau der Gebirgsbahnen bedeutende Steigungen auf langen Strecken zu überwinden waren. Die Erfahrung steckte aber der rationellen Ausnützung der gewöhnlichen Gebirgs-Locomotiven naturgemäß eine Grenze, welche unter normalen Verhältnissen bei einem Steigungsverhältniß von 25‰ (1/40) liegt. Nur ganz ausnahmsweise werden noch steilere Rampen überwunden. Am Uetliberg in der Schweiz zieht eine Tendermaschine von 24 Tons Dienstgewicht auf einer Steigung von 70‰ einen Zug vom Gewichte der Maschine; auf der Wädensweil-Einsiedelnbahn zieht eine 32 Tons schwere Tendermaschine normal 50 Tons auf 50‰ Steigung; am Surampaß der Linie Poti-Tiflis ziehen zwei Fairliemaschinen von zusammen 132 Tons auf 46‰ einen Zug von 198 Tons. Auch auf der mexicanischen Centralbahn werden ähnlich große Steigungen mit den dort im Betriebe stehenden gewaltigen Maschinen nach dem Fairliesysteme überwunden. Im Großen und Ganzen aber geht man bei Gebirgsbahnen selten über 30‰ Steigung hinaus, wenn auch solche von 50‰ als zulässig erklärt werden, eine mäßige Betriebssicherheit und bescheidene Verkehrsverhältnisse vorausgesetzt. Auf längeren Gebirgsbahnen mit starkem Verkehr ist der reine Adhäsionsbetrieb der Unzuverlässigkeit der Adhäsion wegen außerordentlich theuer und wenig leistungsfähig: es ziehen die Maschinen auf den Steigungen von circa 50‰ nur noch rund das 1½fache ihres Gewichtes. Das Bestreben, auf noch steileren Rampen gegebene örtliche Hindernisse zu überwinden, mußte naturgemäß zu einer besonderen Construction der Locomotive führen. Dieses Problem wurde bekanntlich zuerst von Riggenbach durch sein Zahnradsystem gelöst. Seitdem, d. i. seit Eröffnung der ersten Zahnradbahn auf dem Rigi im Jahre 1869, hat Riggenbach zahlreiche ähnliche Bahnen ausgeführt, welche durchaus von Erfolg begleitet waren, Dank der hohen Stufe der Vollendung, auf welche Culmann die Construction der Zahnstange gebracht hatte.

Die ersten Zahnrad-Locomotiven waren nur für den Zahnstangenbetrieb eingerichtet und gehören demgemäß, wie man zu sagen pflegt, dem »reinen System« an, zum Unterschiede von dem später aufgetauchten »gemischten System«, dessen Locomotiven auch auf Adhäsionsbahnen benützt werden können. Die Locomotive ersterer Kategorie besitzt einen aufrecht stehenden, gegen die Verticale um circa $^1/_5$ geneigten Kessel. Die hierbei stattfindende unvollkommene Ausnützung des Brennstoffes ließ die Anwendung liegender Kessel als vortheilhaft erscheinen. Man gab daher den späteren Maschinen eine solche Anordnung, daß ihre Längenachse mit der Bahnnivellette einen Winkel von bestimmter Größe einschloß, so daß der Kessel bei einer Steigung von etwa 50 ‰ horizontal zu liegen kam.

Die Locomotiven mit aufrechtstehendem Kessel, welche auf der Rigibahn verkehren, haben ein Dienstgewicht von 12·5 Tons und entwickeln dieselben bei einer Geschwindigkeit von 5 Kilometer pro Stunde eine Maximalleistung von 105 Pferdekräften. Zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit der Zahnrad-Locomotiven diene folgende Gegenüberstellung. Nach Fr. A. Birk können z. B. die am Semmering in Verwendung stehenden »Achtkuppler« (Bild S. 277), welche im dienstfähigen Zustande ein Adhäsionsgewicht von 50·5 Tons und ein Tendergewicht von 27 Tons, d. i. zusammen ein Maschinengewicht von 77·5 Tons besitzen, im allergünstigsten Fälle nur eine Bruttolast von circa 200 Tons, also beiläufig nur das 2·5fache desselben auf der Steigung von 25‰ ($^1/_{40}$) mit einer Geschwindigkeit von 11 Kilometer pro Stunde fortschaffen. Um eine größere Leistung zu erzielen, müßten die Locomotiven entsprechend vergrößert werden, wobei jedoch ein großer Theil des Nutzeffectes durch das Eigengewicht der Maschine verloren ginge, ganz abgesehen von der damit hervorgerufenen außergewöhnlich starken Beanspruchung des Oberbaues.

Wie günstig sich dagegen die Zahnrad-Locomotive bezüglich ihres Gewichtes stellt, ergiebt sich (nach Müller in Heusinger's Organ) daraus, daß z. B. bei Effectuirung einer in Rücksicht auf die Construction der Kuppelungsapparate zulässigen constanten Zugkraft von mindestens 6·5 Tons am Zughaken das Gewicht der gewöhnlichen Adhäsions-Locomotive mit Schlepptender bei Annahme eines Adhäsionscoëfficienten von circa $^1/_{14}$ und bei Außerachtlassung des Reibungswiderstandes der Maschine doppelt so groß werden müßte, wenn man die Steigung der Bahn von 25‰ auf 57‰ vergrößerte, während bei Ausübung derselben Zugkraft von 6·5 Tons am Zughaken und der Geschwindigkeit von circa 8 Kilometer das Gewicht der reinen Zahnrad-Locomotive, welches in diesem Falle 18·5 Tons betragen würde, für letztere nur um circa $^1/_{10}$ zuzunehmen hätte, und erst bei Steigung von 200‰ doppelt so groß nothwendig wäre, als bei jener von 25‰.

Dem Riggenbach'schen Zahnradsystem wurde durch geraume Zeit kaum ein höherer Werth zugemuthet, als der einer eisenbahntechnischen Spielerei, welche gerade gut genug war, um den touristischen Kreisen einen willkommenen Zeit-

vertreib zu bieten. Von der Leistungsfähigkeit der neuen Construction hielt man nicht viel, von der Betriebssicherheit der Zahnstangenbahnen desgleichen. Später verlegte man sich nicht mehr aufs einfache Negiren, sondern bekämpfte in zum Theil sehr leidenschaftlicher Weise das neue System und nahmen selbst hervorragende Techniker an diesem Kampfe Antheil.

Sicher war gerade diese Sachlage die Veranlassung zu neuen Anstrengungen seitens der Urheber und Vertreter des Riggenbach'schen Systems. Die Folge war, daß dieses letztere sich immer mehr ausgestaltete und einen Grad von Vollkommenheit erreichte, daß die allgemeine Anerkennung nicht mehr ausbleiben konnte. In der



Erste Zahnrad-Locomotive System Riggenbach mit verticalem Kessel.

That hat sich das Zahnstangensystem im letzten Jahrzehnt in großartiger Weise entwickelt und durch den Uebergang vom »reinen System« zum »gemischten System« eine Ausbildung erfahren, vermöge welcher es sich als äußerst nützliches Glied in das Weltbahnensystem einfügen ließ.

Die nächste Etappe bis zu dieser Gestaltung der Dinge ist durch das gemischte System bezeichnet. Worin das Princip desselben besteht, weiß der Leser von früher her (vgl. S. 43). Die erste Locomotive dieser Art wurde von Riggenbach im Jahre 1870 zum Betriebe der Ostermundingenbahn gebaut. Sie sollte theils Adhäsionsstrecken, theils Strecken, in welche in Folge der bedeutenden Steigung die Zahnstange eingelegt war, befahren. Zu diesem Zwecke ist das Princip der Adhäsionswirkung und jenes der Zahnradwirkung innigst verbunden, indem das eine System außer Thätigkeit tritt, wenn das andere zu functioniren beginnt. Be-

hufs Erreichung dieses doppelten Zweckes ist durch die Treibachse eine mit derselben zu kuppelnde Welle gesteckt, deren Kurbeln mit jener einer sogenannten Blindwelle durch Kuppelstangen verbunden sind. Bei der Fahrt wird mittelst einer entsprechenden Vorrichtung die Treibachse ausgelöst. Das Gewicht dieser Locomotive, welche wegen mehrfacher Mängel nicht mehr in Anwendung kommt, beträgt 21 Tons im dienstfähigen Zustande.

Die erste Locomotive gemischten Systems erfuhr alsbald eine verbesserte Construction, doch trat auch bei dieser der Uebelstand hervor, daß eine größere Geschwindigkeit als die bei Zahnradbahnen reinen Systems übliche nicht erzielt wurde, die Maschine sonach auf Hauptbahnen nicht verwendet werden konnte. Aus dem Bestreben, solche Maschinen auch für letztere geeignet zu machen, entstand eine neue Construction, welche über Anregung A. Thommens von Riggenbach ausgeführt wurde.

Dieselbe ist Seite 43 abgebildet und tragen wir die in der dortigen Textstelle fortgelassenen technischen Details hier nach. Je zwei der vier Laufräder dieser Locomotive sind mit den Kurbeln der Blindwelle a gekuppelt, die Uebertragung der Zugkraft auf diese mit festem Zahnkloben b versehene Welle sowohl als auf das Zahntriebrad c wird durch eine zweite Blindwelle d bewerkstelligt, welche behufs Realisirung der alternativen Arbeit zwei verschiebbare Zahnkloben e und f enthält, die sich lose auf ihr bewegen, oder durch Feder und Nuth festgehalten werden können. Mittelst einer einfachen (im Grundriß angedeuteten) Vorrichtung, kann der Locomotivführer während der Fahrt, welche beim Eintritte der Locomotive in die Zahnstangenstrecke etwas gemäßigt werden muß, die Verschiebung bewirken. Es kann also, je nach Bedarf, das eine oder andere System in oder außer Thätigkeit gesetzt werden. Bemerkenswerth ist hierbei die Einrichtung, daß die verschiebbaren Zahnkloben nicht außer Eingriff mit den durch sie bewegten Zahnrädern gelangen können.

Nach Riggenbach's Angaben zieht die größere Type dieser seiner Locomotive auf horizontaler Bahn (ohne Anwendung der Zahnrades) eine Bruttolast von 300 Tons, auf der Steigung von 25‰ 70 Tons, bei 50‰ (mit Anwendung des Zahnrades) 90 Tons und bei 100‰ noch 36 Tons. Ihr Dienstgewicht ist 18 Tons. In Steigungen von 25‰, in welchen das Zahnrad nicht in Anwendung kommt, verkehrt die Locomotive mit einer Geschwindigkeit von 20—25 Kilometer, in den Zahnstangenstrecken mit einer Geschwindigkeit von 10—12 Kilometer pro Stunde. Seitdem hat Riggenbach auch schwerere Locomotiven seines gemischten Systems construirt, deren Leistungsfähigkeit eine sehr bedeutende ist. Die Maschinenfabrik zu Winterthur hat neuerdings einige Locomotiven dieser Art für einige Bergbahnen in der Schweiz gebaut.

Auf den Adhäsionsbahnen mit der Maximalsteigung von 25‰ ist erfahrungsgemäß als durchschnittliche Belastung der Güterzüge bei Anwendung von nur einer Locomotive eine Bruttolast von 150 Tons anzunehmen. Unter Zugrundelegung

dieses Gewichtes stellt sich für die Anwendung der Zahnrad-Locomotiven vorerwähnter Construction die Steigung von 40—50‰ als die zweckentsprechendste dar. In jenen Fällen dagegen, wo die Fortschaffung leichterer Züge zulässig erscheint, kann das Steigungsverhältniß dem Zugsgewichte entsprechend überschritten werden.

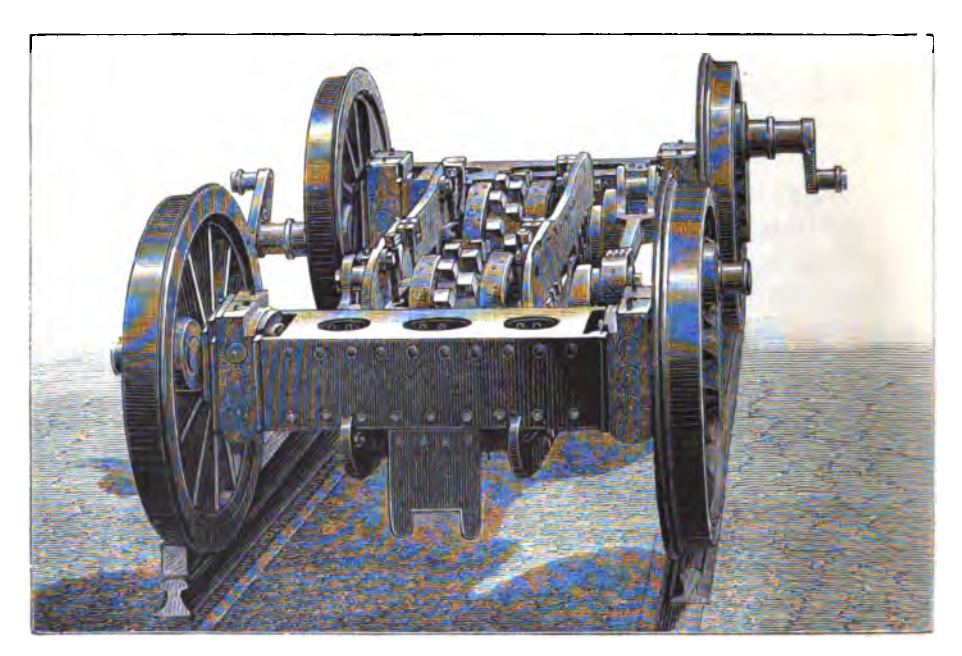
Einen weiteren, sehr bedeutsamen Fortschritt erzielte das gemischte System durch den Schweizer Ingenieur Roman Abt, indem er dem Zahnrade seiner Locomotive die Aufgabe zutheilte, auf jenen Bahnstrecken, auf welchen die Adhäsion allein zu schwach erscheint, dieselbe zu unterstützen, sie im nothwendigen Maße zu ergänzen. Abt trennt beide Systeme vollständig; er giebt der Locomotive zwei besondere Dampfcylinder für das Zahnrad. Die Abt'sche Locomotive ist also eine Adhäsions-Locomotive, welcher das Zahnrad als ein unentbehrliches Hilfsorgan für die Bahnstrecken mit größeren Steigungen beigegeben wurde. Das erste Grundprincip dieses Systems ist sonach die volle Ausnützung der Adhäsion auch auf den Zahnradstrecken; die Zahnstange wird nur mit der jedesmaligen Differenz zwischen der erforderlichen Zugkraft und der vorhandenen Adhäsion beansprucht. Das zweite Grundprincip besteht in der Erzielung eines ruhigen, stoßfreien Ganges auf der Zahnstange durch Nebeneinanderlegen mehrerer Zahnlamellen mit verschränkter Zahnstellung. In Folge dessen findet ein Eingriff vieler Zähne in kurzen Zwischenräumen, das gleichzeitige Arbeiten mehrerer derselben und dadurch eine erhöhte Sicherheit und richtiger Gang auch bei größter Geschwindigkeit statt.

Abt bezeichnet seine Locomotive als »combinirte Normal-Locomotive«. Dieselbe wird gebildet durch eine gewöhnliche Adhäsionsmaschine und eine reine Zahn-Locomotive, jedoch mit gemeinschaftlichem Dampfkessel. Das ganze Fahrzeug wird von vier Achsen getragen, von welchen drei gekuppelt sind (vgl. S. 44). Sie werden von einem außenliegenden Cylinderpaare in Bewegung gesetzt und erzeugen die natürliche Adhäsionszugkraft von 42 Tons Belastung. Die vierte Achse liegt unter dem Führerstande und ist radial verstellbar angeordnet. Die Vorräthe an Speisewasser und Brennmaterial sind derart untergebracht, daß das Adhäsionsgewicht constant bleibt, wodurch auch gegen das Ende einer Fahrt die nützliche Zugkraft nicht nur nicht geringer, sondern sogar größer ist als bei Beginn. Principielle Abweichungen gegenüber einer gewöhnlichen, gut construirten Adhäsionsmaschine kommen nicht vor.

Der Zahnradmechanismus hat keine eigenen Tragräder, sondern stützt sich auf zwei Achsen der Adhäsionsmaschine und vermehrt deren Adhäsionsgewicht. Einfache Rahmen tragen die Lager zweier gekuppelter Zahnradachsen und werden letztere durch ein inneres Cylinderpaar direct angetrieben, wodurch sie auf den stärkeren Steigungen die Adhäsionsräder bei der Fortbewegung des Zuges unterstützen. Jede Maschinenabtheilung hat ihre eigene Steuerung, Dampf-Ein- und Ausströmung, Regulator und Bremsen. Letztere sind angesichts ihrer wichtigen Aufgabe zweifach: zur Regulirung der Fahrgeschwindigkeit auf längeren Gefällen

kann jedes Cylinderpaar für sich in einen Luftcompressor umgewandelt und als Bremse benützt werden; außerdem besitzt aber jede Abtheilung noch eine kräftige Spindelbremse für außergewöhnliche Vorkommnisse und für den Dienst auf den Stationen.

Es sind also zwei Maschinen durch ein Personal zu bedienen, doch ist dessen Inanspruchnahme gleichwohl keine höhere, im Gegentheile eine mäßigere, als auf jeder Schnellzugmaschine. Die mechanische Arbeit der combinirten Maschinen ist gleich derjenigen unserer kräftigsten Adhäsionsmaschinen. Der Heizer hat sonach ungefähr dasselbe Quantum Brennmaterial einzubringen. Thatsächlich kommt ihm aber der

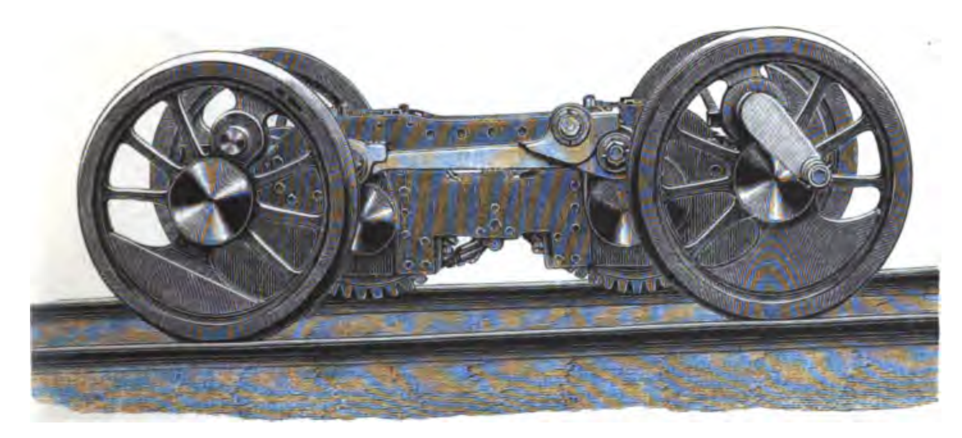


Zahnradmechanismus System Abt (Eisenerzbahn) I.

Umstand zu Gute, daß das allerbeste Brennmaterial — in Form von Briquetts — zum Betriebe von Steilrampen das Vortheilhafteste ist. Die Feuerung mit solchem Material ist aber ungleich leichter als mit gewöhnlicher Steinkohle und arbeitet deshalb der Heizer der combinirten Normal-Locomotive weniger angestrengt als der auf einer Adhäsions-Locomotive, der auf gewöhnliche Steinkohlenfeuerung angewiesen ist.

Die Abt'sche Maschine besitzt entsprechend den Lamellen der Zahnschiene mehrere Zahnradscheiben, welche auf einer gemeinschaftlichen Achse aufgesteckt und gegen seitliches Verschieben gesichert sind. Die ersten Zahnschienen, welche Abt benützte, waren dreitheilig, doch hat sich nachmals die zweitheilige besser bewährt. Bei dieser ist bei 120 Millimeter Zahntheilung die eine Zahnscheibe gegen die andere

um 60 Millimeter verstellt, also genau so wie die Zahnschiene. Kommen aber zwei hintereinander stehende Zahnräder mit je zwei Scheiben zur Anwendung, so wird die Stellung der Zahnräder selbst gegeneinander versetzt, und zwar um 30 Millimeter, so daß also alle vier Zahnscheiben unter sich derart verschränkt sind, daß gegen die erste Scheibe die Verschiebung der zweiten 30 Millimeter, der dritten 60 Millimeter, der vierten 90 Millimeter beträgt. Bei dieser Reihenfolge, welche die Aufeinanderfolge der gleichen Eingriffsstellungen der Zähne sämmtlicher vier Scheiben in Zwischenräumen von 30 Millimeter charakterisirt, bilden die erste und dritte Scheibe das eine Zahnrad, die zweite und vierte Scheibe das andere Zahnrad. Bei Beginn des Eingriffes eines Zahnes stehen sonach drei andere Zähne in vollem Contact; es ist also der im gewissen Sinne gefährliche Moment des Eintrittes eines Zahnes in die betreffende Lücke dreifach sichergestellt.

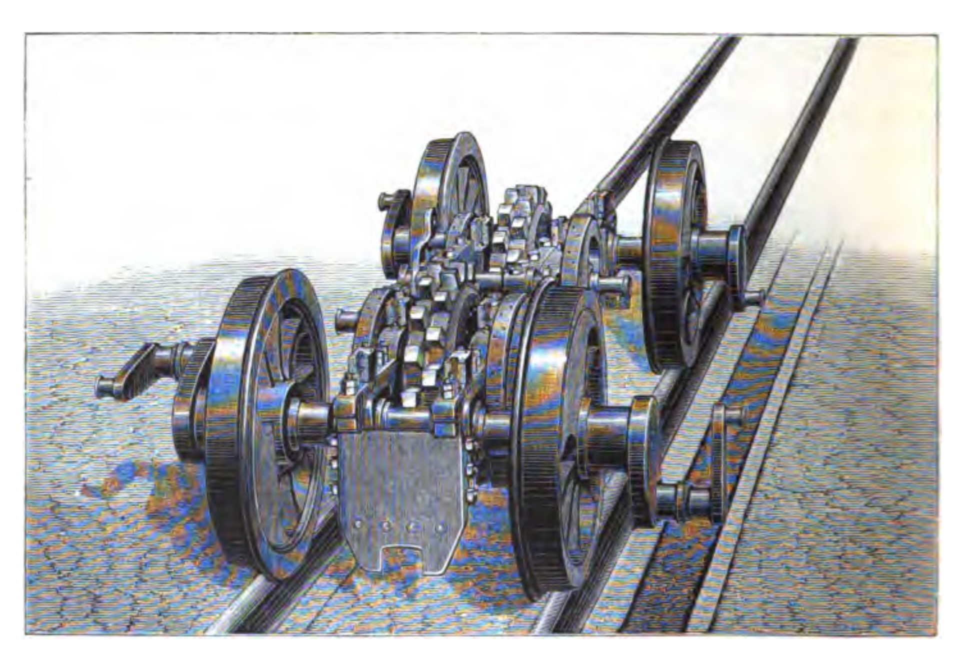


Zahnradmechanismus System Abt (Eisenerzbahn) II.

Es wurde bereits weiter oben erwähnt, daß die Zahnräder in Rahmen ruhen, welche mittelst Lagern auf die Laufachsen aufgehängt sind. Da dadurch die von den Federn herrührenden Schwankungen der Locomotive auf die Zahnräder nicht übertragen werden, bleibt die Tiefe des Eingriffes immer dieselbe, was einen bedeutenden Fortschritt gegenüber den früheren Zahnrad-Locomotiven bedeutet, bei welchen das Zahngetriebe, weil im Hauptrahmen gelegen, alle dessen Bewegungen mitmachte. Abt giebt übrigens dem Zahnmechanismus eine zweifache Anordnung, welche aus den auf den Seiten 312 bis 315 stehenden Abbildungen zu entnehmen ist.

Ueber verschiedene principiell wichtige Momente, welche dem Abt'schen Systeme zukommen, geben wir im Folgenden die Anschauungen seines Urhebers im vollen Wortlaute, jedoch mit den in einer populären Darstellung unbedingt nothwendigen Kürzungen wieder. Abt führt zunächst aus, daß zur Construction einer guten Zahnradmaschine nicht allein die bewährtesten Details, sondern auch die aus-

gewähltesten Materialien verwendet werden müssen. Denn gerade hier zeige sich die Thatsache, daß eine Ausgabe am richtigen Platze zur eigentlichen Ersparniß werden kann. Es gelte dies ganz besonders in Bezug auf den Kessel. Lange Siederohre nützen die Wärme entschieden besser aus als kurze, allein das damit bedungene Mehrgewicht des Motors gestattet auf Steilrampen diese kleine Oekonomie nicht. So unerlässig ein leistungsfähiger Kessel für Gebirgs-Locomotiven ist, so angezeigt ist dennoch die möglichste Reduction des todten Gewichtes. Dieser Forderung kann nun aber umso leichter entsprochen werden, als die Feuerbüchse und der ihr zu-



Zahnradmechanismus System Abt (Ivanbahn, Bosnien) I.

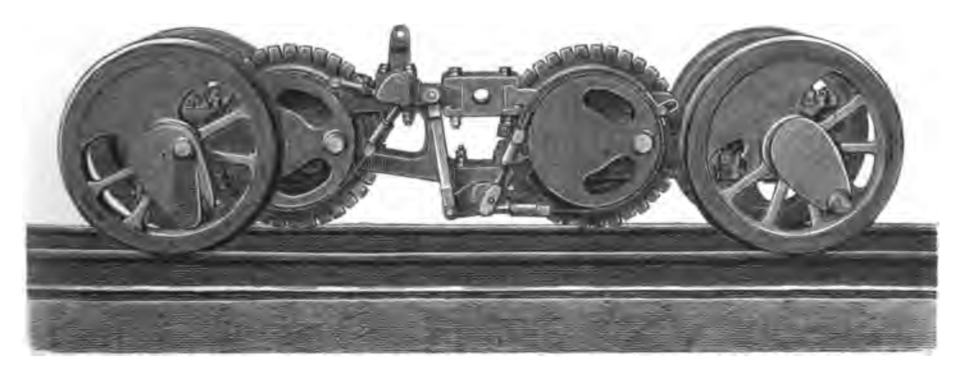
nächst liegende Theil der Siederohre eine viel höhere Verdampfungsfähigkeit aufweisen als der entfernter liegende Theil.

Die wichtigsten Abmessungen an der combinirten Normal-Locomotive sind folgende: Rostfläche 2·2 Quadratmeter, Heizfläche 140 Quadratmeter, Kesseldruck 10 Atmosphären, Gewicht der leeren Maschine 42 Tons, größtes Dienstgewicht 56 Tons, Adhäsionszugkraft 6·5 Tons, Zahnradzugkraft 6·0 Tons.

Als Maßeinheit für die Arbeitsleistung einer Locomotive hat R. Abt seinerzeit die Locomotivstärke vorgeschlagen, welche gleich ist der mechanischen Arbeit von 1 Tons auf einen Weg von 1 Kilometer, während des Zeitraumes einer Stunde. Eine combinirte Normal-Locomotive entwickelt bei 8 Kilometer Fahrgeschwindigkeit eine Leistung von 3 Pferden pro 1 Quadratmeter Heizfläche, also total 420 Pferde oder 113 Locomotivstärken; bei 10 Kilometer Geschwindigkeit

bei gleicher Heizfläche 3·2 Pferde, somit 448 Pferde oder 121 Locomotivstärken, und bei 12 Kilometer Geschwindigkeit 3·4 Pferde pro 1 Quadratmeter Heizfläche, sonach total 476 Pferde oder 128 Locomotivstärken.

Da nach den obenstehenden Angaben die durch die Adhäsion geleistete Zugkraft 6500 Kilogramm, die durch das Zahnrad aufgenommene 6000 Kilogramm, die Zugkraft aber durch Verminderung der Geschwindigkeit bedeutend gesteigert werden kann — z. B. bei 9 Kilometer auf 13.333 Kilogramm, bei 8 Kilometer auf 15.000 Kilogramm —, so ergiebt sich, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit des Abt'schen Systems nicht in diesem selbst liegt, sondern lediglich von der Beschaffenheit der Stoß- und Zugfähigkeit der von den Anschlußbahnen übergehenden Wagen; denn die Abt'sche Zahnstange ist derart construirt, daß sie noch mit voller Sicherheit den Zahndruck von 8000 Kilogramm und darüber aufnehmen kann.



Zahnradmechanismus System Abt (Ivanbahn, Bosnien) II.

Bezüglich der Leistungsfähigkeit seiner Locomotive giebt R. Abt folgende Darstellung. Für Geschwindigkeiten von 18 und mehr Kilometer soll, abgesehen von Sicherheitsgründen, die combinirte Normalmaschine nicht verwendet werden, weil die zu solcher Leistung nöthige Zugkraft schon von der Adhäsionsmaschine allein gegeben wird. Handelt es sich hauptsächlich um Massentransporte, dann müßte unter 15 Kilometer Geschwindigkeit gefahren werden, weil die zum Fortbewegen der Wagencolonne zulässige Zugkraft fast der totalen Zugkraft gleichkommt, zur Fortbewegung der Locomotive also so wenig übrig bleibt, daß damit keine in Betracht kommende Steigung mehr überwunden werden kann. Handelt es sich aber nicht darum, die größtmögliche Zugkraft auszunützen, als vielmehr mit einer mittleren Last rasch vorwärts zu kommen (z. B. für Personenzüge), so ist eine Geschwindigkeit von 15 Kilometer noch zulässig. Das vortheilhafteste Gebiet der combinirten Normal-Locomotive ist augenscheinlich: Fahrgeschwindigkeiten von 10—12 Kilometer und Steigungen von rund 30—60 pro Mille mit den zugehörigen Zugsbelastungen von 120– 200 Tons.

Wie bei dem Riggenbach'schen System stellt sich auch bei der Abt'schen Locomotive das Steigungsverhältniß von 50‰ als die zweckentsprechendste dar (vgl. Seite 311). Die günstige Fahrgeschwindigkeit von 11 Kilometer ist dieselbe, welche den Güterzügen auf Adhäsions-Gebirgsbahnen in der Regel zukommt. So lange es sich also blos um das Fortschaffen von Lasten handelt, kann kein Zweifel darüber sein, daß die combinirte Maschine mehr leistet als die Adhäsions-Locomotive, da sie bei einer Fahrgeschwindigkeit von 18 Kilometer per 25‰ Steigung zwar nur 147 Tons Zuglast durch reine Adhäsion fortschafft, dagegen mit Abnahme der Geschwindigkeit und Zunahme der Steigungen sich als sehr leistungsfähig erweist.

Ein Beispiel wird dies zeigen. Nehmen wir eine Steigung von 30‰ an. Die Adhäsionsmaschine hebt hier im günstigsten Falle in einer Stunde 104 Tons auf eine Höhe von 600 Meter; die gleich starke combinirte Maschine aber hebt auf der ihr günstigeren Steigung von 60‰ nicht nur 104, sondern 122 Tons in derselben Zeit auf gleiche Höhe. Die kräftigsten Maschinen unserer Gebirgsbahnen sind Locomotiven mit Schlepptender im Gesammtgewichte von 70 bis 80 Tons. Sie schaffen auf Rampen von 25‰ Steigung 175 Tons mit rund 11 Kilometer Geschwindigkeit. Eine continuirliche Rampe vorausgesetzt, heben sie also in einer Stunde 175 Tons 300 Meter hoch. Hätten diese Bahnen z. B. 50‰ Steigung, so würde eine combinirte Normal-Locomotive in der gleichen Zeit und bei gleicher Fahrgeschwindigkeit 118 Tons 600 Meter hoch heben, d. h. sie würde auf blos 300 Meter Höhe in einer Stunde 230 Tons befördern, ganz abgesehen von den geringeren Feuerungskosten. Eine combinirte Normal-Locomotive kann bei einer Fahrgeschwindigkeit von 28 Kilometer auf einer Steigung von 40‰ noch ein Zugsgewicht von 79 Tons fortschaffen, bei Eingriff des Zahnmechanismus und Herabminderung der Fahrgeschwindigkeit auf 12 Kilometer jedoch 212 Tons. Die weitere Leistung ergiebt sich aus der folgenden Zusammenstellung:

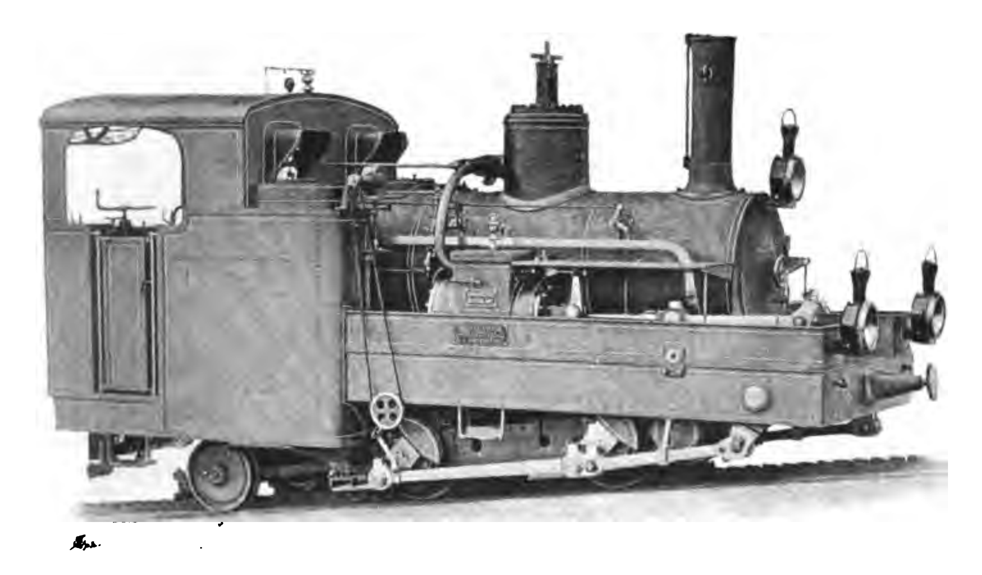
Geschwindigkeit in Kilometer	Steigung pro Mille	Zugkraft	Zuggewicht	
12	40	10·0	157	Adhäsion und Zahnrad
11	40	10·9	177	» » »
11	50	10·9	135	» » »
10	60	12·0	122	» » »
10	70	12·0	98	» » »
10	80	12·0	80	» » »

Zum Vergleiche diene die für die Riggenbach'sche Zahnrad-Locomotive gemischten Systems auf Seite 310 gemachte Zusammenstellung.

Auf Bahnen mit starken Steigungen verdient die Betriebssicherheit eine gesteigerte Aufmerksamkeit. So sicher die Bergfahrt ist, so verhängnißvoll kann die Thalfahrt werden, und es wäre Leichtsinn anzunehmen, daß jene Mittel, welche die Aufwärtsbewegung ermöglichen, allein zur Thalfahrt genügen sollten. Die

Vorsicht gebietet, daß auf diesen Bahnen der Zug für sich auch ohne Locomotive seine Geschwindigkeit mit voller Sicherheit reguliren kann. Continuirliche Bremsen sind darum ganz unschätzbare Hilfsmittel zum Betriebe einer Zahnradbahn.

Auf Steigungen von 50—60‰ hält R. Abt für ausreichend wenn mindestens ein Drittel, auf 80‰ die Hälfte der Wagenachsen gut gebremst werden kann. Eine Complicirung des Bremsapparates, d. h. für die in Betracht kommenden Steigungen auch für die Wagen Zahnradbremsen anzuwenden, hält Abt für überflüssig. Zweckmäßig ist es, die Spindelbremsen nur mäßig anzuziehen, um ein Schleifen der Radreifen zu vermeiden. Auf der Eisenerz-Vordernberg-Bahn ist das

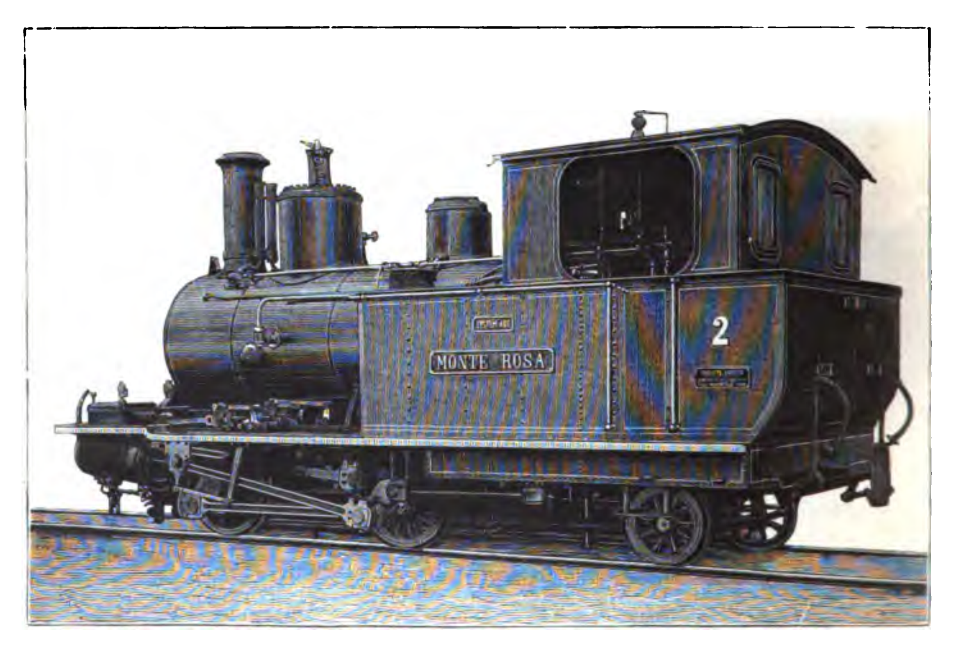


Zahnrad-Locomotive für Abt'sche oder Leiterzahnstange. (Effective Dampfspannung 14 Atmosphären; totale Heizfläche 32·2 Quadratmeter; Dienstgewicht 17 Tons; Zugkraft 6·5 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik in Winterthur, Schweiz.)

letztere durch eine diesbezügliche Vorschrift direct untersagt. Die eigentliche Bremsarbeit wird durch die Luftbremsen der Locomotive verrichtet, und zwar wird die Geschwindigkeit des Zuges durch Luft, welche in den Cylindern zusammengepreßt wird, regulirt. Durch die Dampfausströmungen wird atmosphärische Luft angezogen und in die Schieberkasten und Dampfeinströmungsrohre gedrängt, von wo ihr der Locomotivführer nach Gutdünken Abfluß gestattet. Der dabei auf die Kolbenflächen ausgeübte Luftdruck hemmt die Drehung der Räder. Die durch die Compression erzeugte Wärme wird durch Einspritzen kalten Wassers gedämpft und dadurch Stopfbüchsenverpackungen und Schieber vor schädlicher Erhitzung bewahrt.

Eine abnormale Abnützung der Schieber ist bei richtiger Construction und Wartung niemals zu befürchten, wohl aber kann eine Erwärmung der reibenden Theile dann eintreten, wenn die Rampen sehr lang sind und gleichzeitig den

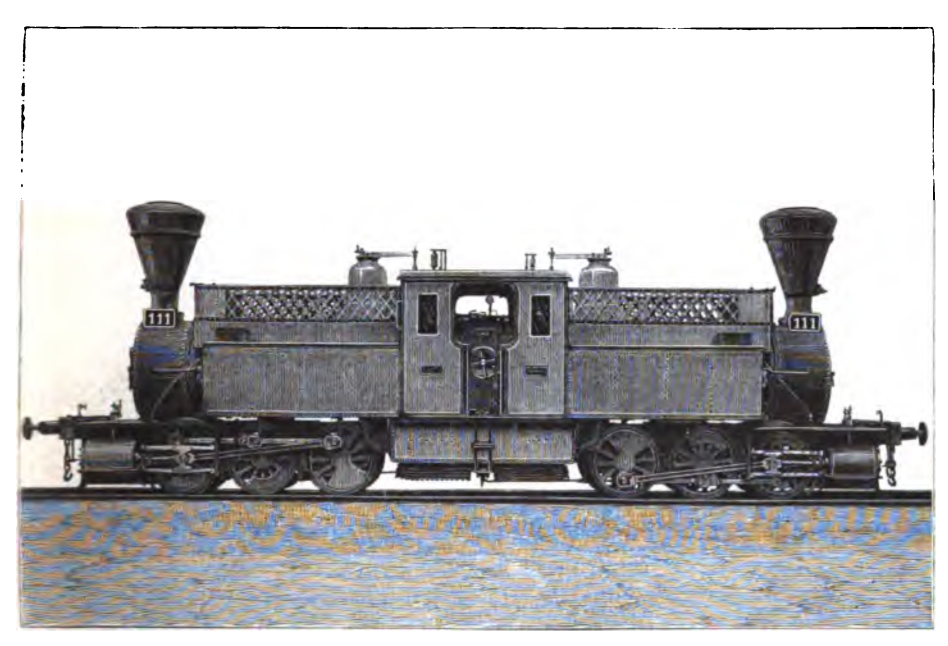
Cylindern allein die Bremsarbeit für den ganzen Zug übertragen wird. Um dieser Eventualität vorzubeugen, empfiehlt es sich, auch Wagenbremsen zur Regulirung der Fahrgeschwindigkeit herbeizuziehen (wie auf den Adhäsionsbahnen), oder nach Steilrampen von circa 3 Kilometer Länge kurze horizontale oder schwach geneigte Strecken von einigen hundert Metern Länge einzuschalten. Sollte aus irgend einer Ursache eine der beiden Luftbremsen nicht sofort genügend wirken, so hat der Heizer — und zwar auf Anordnung des Führers — die auf die Treibräder wirkende Spindelbremse anzuziehen. Functionirt hingegen die Luftbremse ungenügend oder gar nicht, so ist die Backenbremse der Zahnräder unverzüglich anzuziehen.



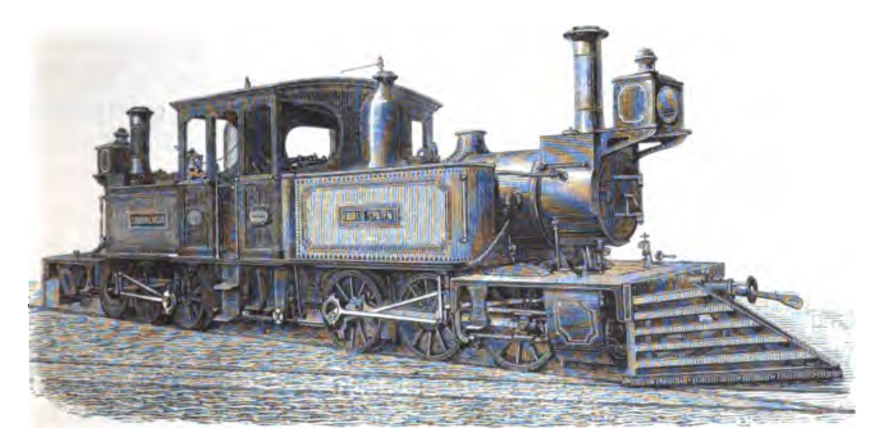
Viercylinderige Locomotive System Abt, ausgeführt für die Visp-Zermatt-Bahn. (Effective Dampfspannung 14 Atmosphären; totale Heizfläche 64·7 Quadratmeter; Dienstgewicht 30 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Locomotivfabrik in Winterthur, Schweiz.)

Für den Betrieb von Gebirgsbahnen mit gewöhnlichen Adhäsionsmaschinen hat Fairlie seinerzeit eine eigenartige Maschine construirt, die sich auch jetzt noch, und zwar unter Aufstellung außergewöhnlich schwerer Typen (vgl. S. 35) bewährt. Das erste Exemplar der sogenannten »Fairlie-Locomotive« wurde im Jahre 1869 auf der schmalspurigen Festiniogbahn in England in Betrieb gesetzt. Das Princip einer solchen Locomotive besteht darin, daß sie aus zwei Maschinen mit einem Kessel zusammengesetzt ist, und daß jede der beiden Maschinen auf einem besonderen Wagen montirt, sich unter dem Kessel bis zu einem gewissen Grade drehen und das Ganze sich durch Radialstellung der Achsen den Curven anschmiegen kann. Die Vortheile dieses Systems bestehen in Folgendem: Es gestattet große und

starke Maschinen zu construiren, deren Gesammtgewicht für die Adhäsion verwendet wird und deren Radstand hierbei ein großer ist. Diese Locomotiven bewegen sich



Locomotive System Fairlie für die Kaukasusbahn. (Effective Dampfspannung 10·5 Atmosphären; totale Heizfläche 159 Quadratmeter; Dienstgewicht 75 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs — Locomotivfabrik vorm. G. Sigl, Wr.-Neustadt.)



Fairlie-Locomotive (amerikanische Type).

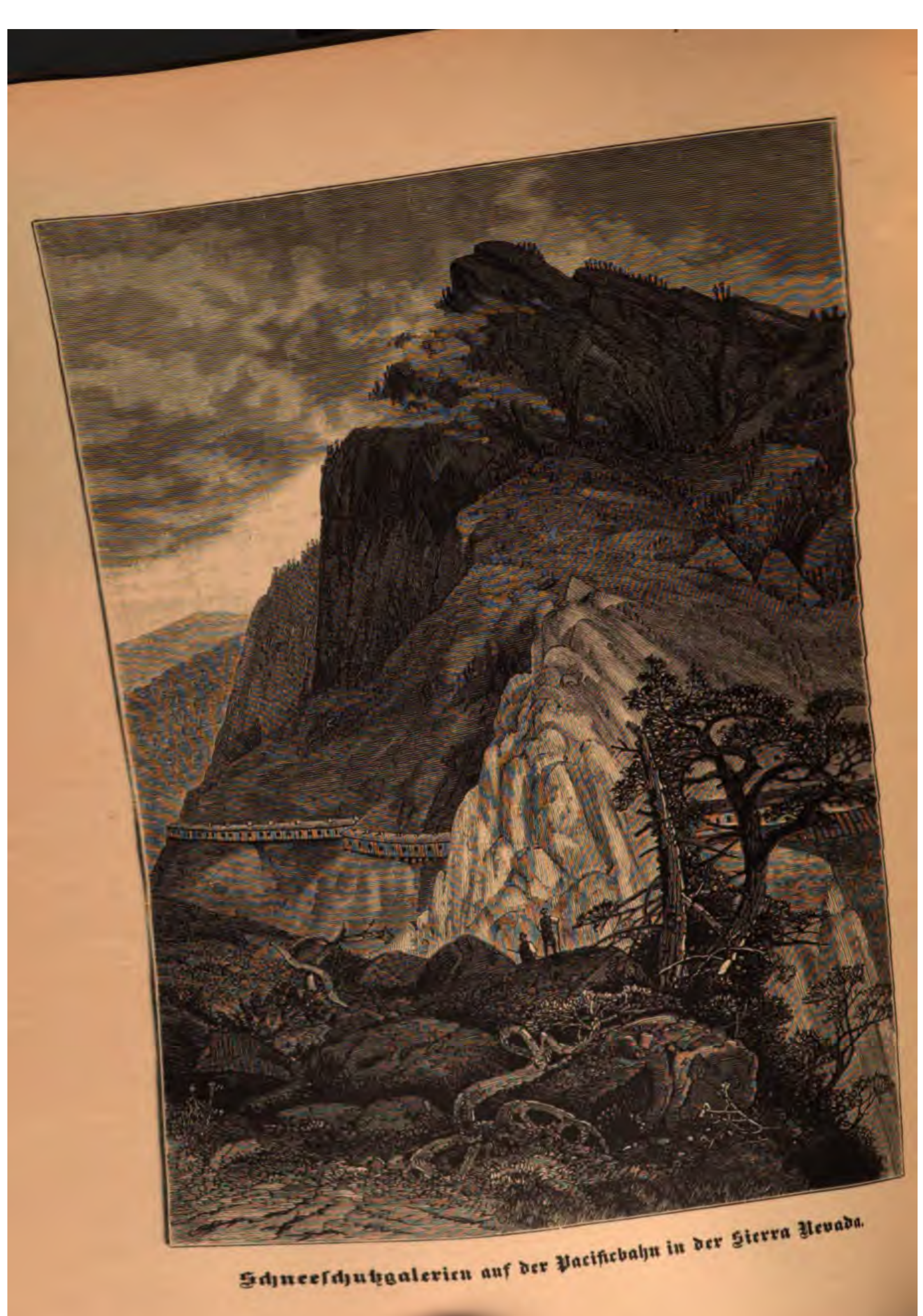
daher bis zu gewissen Geschwindigkeiten sicher und stetig, und haben zugleich die gute Eigenschaft, leicht und ohne großen Widerstand durch Curven von kleinem Radius zu gehen. Der große Kessel gewährt alle Vortheile der Brennmaterial-

ökonomie, die mit bedeutenden Heizflächen verknüpft sind. Das große Maschinengewicht, das dieses System in einem Körper zu vereinigen gestattet, bietet Vortheile gegen Entgleisungen. Die Fairlie-Locomotive hat vornehmlich in Amerika eine weitgehende Ausgestaltung gefunden, obwohl sie als reine Bergmaschine nicht dem amerikanischen Betriebssystem entspricht.

Damit sind wir mit unseren Mittheilungen über die Locomotiven zu Ende. Aus denselben wird der Leser nicht nur einen schier unübersehbaren Reichthum an constructiven Ideen entnehmen, sondern zugleich sich der Thatsache bewußt werden, daß trotz aller Fortschritte der Mechanik im Allgemeinen und des eisenbahntechnischen Maschinenwesens im Besonderen zur Zeit für die besten Typen vielfach nur die principiellen Grundlinien gegeben sind, welche durch jede neue bahnbrechende Erfindung auf einschlägigem Gebiete wieder verschoben werden.

Selbst innerhalb der kurzen Zeit, welche zur Niederschrift dieses Werkes benöthigt wurde, tauchten neue Constructionen auf oder machten sich weitere Fortschritte bezüglich der Leistungsfähigkeit der Locomotiven geltend, theils im Sinne der Zugkraft, theils in jenem der zu erreichenden Maximalgeschwindigkeit. Der Leser weiß von früherher (vgl. S. 35), daß noch vor Kurzem das Maximalgewicht der schwersten Locomotive 90 Tons Dienstgewicht nicht überschritten, und daß diese nach dem System Fairlie construirten Maschinen auf der mexicanischen Centralbahn verkehren. Man hielt schon damals eine Steigerung des Locomotivgewichtes für nicht gut möglich. Diese Voraussetzung wurde nur zu früh gegenstandslos, denn in allerjüngster Zeit hat obige Ziffer den ausgiebigen Sprung auf 130 Tons gemacht. Dies ist nämlich das Gewicht der in jüngster Zeit auf der genannten Bahn in Dienst gestellten Locomotive der Rhode Island Locomotive Works.

Auch bezüglich der Fahrgeschwindigkeit weiß man nicht, wessen man sich zu versehen hat. Nachdem 100 Kilometer pro Stunde schon für eine außergewöhnliche Leistung angesehen wird, ist im November 1892 auf der Strecke New-York-Philadelphia ein Expreßtrain gelaufen — allerdings nur zur Probe — der eine Maximalgeschwindigkeit von 100 englische Meilen, also 160 Kilometer erreichte. Die Leistung war gewiß darnach, gerechtes Erstaunen hervorzurufen. Ein Berichterstatter, welcher jene Probefahrt mitgemacht hatte, gestand ohne weiteres, daß die Wirkung einer solch' rasenden Geschwindigkeit etwas Sinnverwirrendes habe. Gleichwohl ist diese Leistung nach wenigen Monaten übertroffen worden. Am 10. Mai 1893 legte eine von der Locomotivwerkstätte der New-York Central & Hudson Railway construirte Maschine in der Strecke Batavia-Buffalo 112 englische Meilen — also 179·2 Kilometer — pro Stunde zurück! Das klingt schier fabelhaft, beweist aber, daß Ueberraschungen solcher Art sich jeden Tag einstellen können. Auch von der Ausgestaltung des Bergbetriebes, der elektrischen Motoren u. s. w. dürfen wir noch überraschende Leistungen, vielleicht schon in allernächster Zukunft, erwarten.



Schneeschutzgalerien auf der Pacificbahn in der Sierra Nevada.

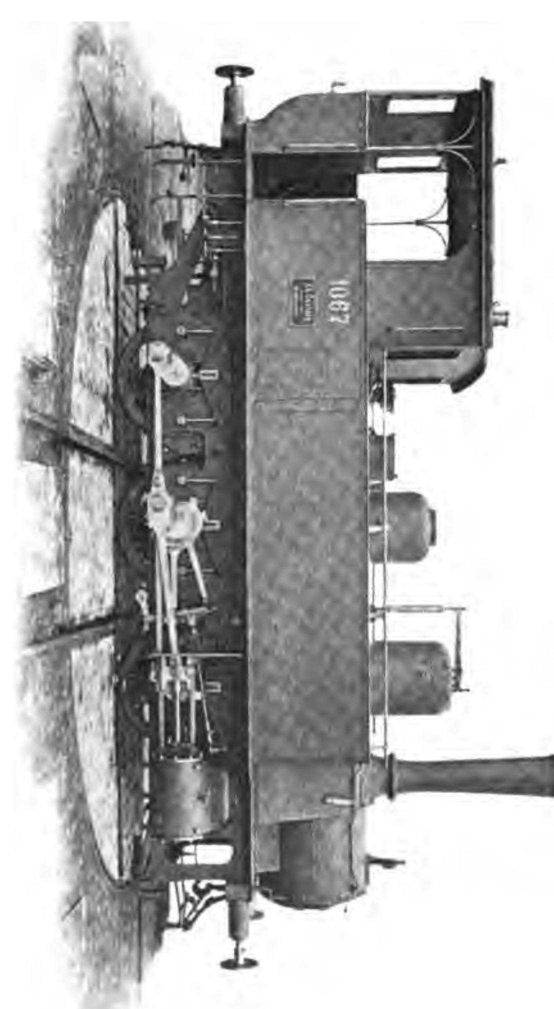
Wir haben bisher nur von den Maschinen als mechanischen Fahrapparaten, nicht aber von deren Bedienung gesprochen. Die lebendige Kraft, welche diesen leistungsvollen Maschinen innewohnt, bedarf nicht nur der rationellen Ausnützung durch sinnreiche Anordnung ihrer einzelnen Organe beziehungsweise Stärkung derselben, sondern auch der Führung. Es dürfte daher den Laien interessiren, einiges über den Maschienendienst zu erfahren.

Der Dienst des Maschinenführers ist unstreitig der wichtigste des executiven Bahndienstes überhaupt. Er erfordert nicht nur Männer von genügender Schul- und gewisser (wenn auch geringer) theoretischer Fachbildung, sondern auch nüchterne, besonnene, kaltblütige und entschlossene Charaktere und vollkommene physische Beschaffenheit. Nach dem trefflichen Ausspruche M. M. v. Weber's scheint das Talent für das Eisenbahnwesen eine specifische Nationaleigenschaft zu sein, sowie es specifische Befähigung für die Künste bei den verschiedenen Völkerschaften giebt. »Und so lehrt denn auch die allgemeine Wahrnehmung, daß man ein Geschlecht von englischen Locomotivführern und »Portern« nimmermehr aus den Söhnen der Pußta oder der Abruzzen ziehen wird. Dieselbe sichernde Administrationseinrichtung, derselbe mechanische Sicherungsapparat wird daher verschiedene Erfolge in den Händen verschiedener Völkerschaften haben. Der bewunderungswürdige Sicherungsapparat der Clapham-Junction oder von Canon-Street wird, vom bestgedrillten Neapolitaner oder Navareser manipulirt, dem Revolver in der Hand eines Kindes gleichen.«

Die Anstrengung, welche der Eisenbahndienst mit sich bringt, ist ein schwerwiegender Factor. Der beste Functionär wird zum schlechtesten, wenn er übermüdet wird. Im eigentlichen Fahrdienst sind wohl 16 auf der Strecke zugebrachte Stunden das Maximum des zu Verlangenden; es entspricht dies einer Strecke von 200 Kilometer für Lastzüge, von 400 Kilometer für Eilzüge. Das ist besonders für den Heizer eine Krafttour, welcher während dieser Zeit etwa 4 Tons Kohlen heizen, den Rost, Aschen- und Rauchkasten reinigen, schmieren, Tender füllen muß; in der Heimat und Wechselstation kommen noch die Ausrüstungsarbeiten und verschiedene andere Hantirungen dazu. Der Führer seinerseits erschlafft geistig durch die stets gespannte Aufmerksamkeit und Anstrengung des Sehvermögens, körperlich durch das Stehen und die stete Handhabung von einem Dutzend Hebeln und Griffen, sowie durch das Rütteln der Maschine. Die Beispiele, daß Führer und Heizer während der Fahrt eingeschlafen sind, zählen nicht zu den seltenen, und dies ist bedenklich in der Ausübung eines Dienstes, der die ununterbrochene Anspannung geistiger und physischer Kräfte gebieterisch erfordert.

Eine hervorragende Eigenschaft, welche dem Maschinenpersonale, insbesondere dem Führer innewohnen soll, ist die moralische Tüchtigkeit. Unter diesen Begriff fällt vornehmlich der persönliche Muth, die Geistesgegenwart und die Klarheit des Blickes. Man kann mit mäßigem Können und sehr wenig Wissen ein brauchbarer Eisenbahnfunctionär sein, nimmermehr aber ohne Muth und Geistesgegenwart.

Hierzu kommen Pflichttreue, Wahrhaftigkeit und Disciplin. Dabei ist die Grenze zwischen äußerster Pflichterfüllung, die bis an aufopfernden Muth herangeht, und strafbarer Waghalsigkeit äußerst fein gezogen. Die Erwägung, ob strenges Festhalten an der Instruction oder besorgtes Ueberschreiten derselben nach den Erfordernissen des Momentes im gegebenen Falle das Richtige sei oder nicht, ein großes Unglück herbeigeführt oder verhütet zu haben, entzieht sich nachträglich meist der Beurtheilung. Sicher ist, daß jeder Eisenbahndienst sofort stille stehen würde, wenn das Personal nur seinen Instructionen buchstäblich folgt, gar nicht selbst urtheilt, gar nicht wagt.



Tender-Locomotive für gemischte Züge. (Effective Dampfspannung 10 Atmosphären; totale Heizfläche 52·8 Quadratmeter; Dienstgewicht 29 Tons.)
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenfabrik der ungarischen Staatsbahnen, Budapest.)

Im Allgemeinen hat der Grundsatz zu gelten, daß der Locomotivführer nach Möglichkeit eine und dieselbe Maschine beständig zugetheilt erhalte, damit er in deren Eigenschaften und Behandlung vollkommen eindringen könne. Die Ausbildung im Schlosserhandwerk ist Grundbedingung, jene im Montirungshandwerke sehr wünschenswerth. Der Führer soll eben nicht nur die gute Leitung der im guten Betriebszustande befindlichen Maschine und deren kleinere Schwächen und Besonderheiten, wie sie jede Locomotive besitzt, verstehen, sondern auch entstehende Gebrechen — den Bruch einer Achse, eines Tyre, einer Feder, einer Leit-, oder Kuppel-, oder Excenterstange, das Platzen eines Rohres o. dgl. — sofort beim Auftreten erkennen; er soll auch schwieriger zu unterscheidende

Mängel wahrnehmen und bestimmbar unterscheiden, z. B. das Blasen der Schieber, Ein- oder Ausströmung, das Schlagen eines Lagergehäuses, Futters, Bolzens u. s. w.

Der Locomotivführer ist verpflichtet, dem ihm zugewiesenen Heizer vor Allem die Handgriffe zu zeigen, welche er anwenden muß, um eine im Gange befindliche Locomotive zum Stillstand zu bringen und wie dieselbe in diesem Zustande und während seiner eigenen Abwesenheit gefahrlos zu erhalten ist. Ferner muß er dem Heizer mit den wesentlichen Maschinentheilen und mit den Verrichtungen bei den Vorbereitungen zur Fahrt bekannt machen, und bei allen seinen Verrichtungen überwachen. Unmittelbar nach jeder Fahrt, vor jeder Abfahrt und zur Zeit des Standes im Heizhause hat der Führer eine gründliche und eingehende Untersuchung aller Theile der Locomotive und des Tenders vorzunehmen, damit etwaige Schäden und Gebrechen bei Zeiten entdeckt und rechtzeitig behoben werden können. Hierbei ist darauf zu sehen, daß der Kessel in allen seinen Theilen, die Siederohre, dann alle Röhren für Wasser oder Dampf so dicht schließen, daß kein Verlust stattfinden kann. Alle beweglichen Bestandtheile und jene, in welchen eine Bewegung stattfindet, müssen im normalen Zustande sein, weil es der richtige Gang der Locomotive erfordert.

Es ist dem Führer strenge untersagt, eine Aenderung an den Federwagen (Springbalance) vorzunehmen, um einen großen Dampfdruck und dadurch eine große Leistungsfähigkeit der Maschine zu erzielen. Er hat sich von dem guten Zustande des variablen Blasrohres, des Funkenapparates, des Aschenkastens, der Achsenbacken, ebenso der Zug- und Stoßvorrichtung, der Bahnräumer, der Sandkasten und Sandstreuapparate zu überzeugen. Beim Tender ist hauptsächlich darauf zu sehen, daß der Wasserkasten nicht rinne, daß dessen Organe in vollkommen gutem Zustande seien, und daß die Verbindung des Tenders mit der Maschine eine ordnungsmäßige sei. Der Führer ist dafür verantwortlich, daß kein die Regelmäßigkeit und Sicherheit des Verkehrs gefährdendes Gebrechen unbehoben bleibe und er ist mitverantwortlich für die Reinhaltung der Maschine und des Tenders, indem er verpflichtet ist, den Heizer und die zu diesem Geschäfte etwa bestimmten Individuen zu unterrichten, beziehungsweise strenge zu verhalten, daß sie ihre Pflicht thun.

Das Ablassen des Wassers aus dem Kessel, welchem die Beseitigung des Feuers aus der Feuerbüchse vorauszugehen hat, darf nie bei einem hohen Dampfdruck, sondern es darf beides erst nach vorhergegangener langsamer Abkühlung des Kessels geschehen, weil durch eine schnelle, schädliche Abkühlung das Undichtwerden der Feuerbüchse, der Siederohre, Abspringen der Stegbolzen, Nietenköpfe, Rinnen und Schweißen hervorgerufen wird. Aus demselben Grunde soll auch der noch warme Kessel nicht mit kaltem Wasser gefüllt werden. Da der Kesselstein auch die Zugänge zum Kessel allmälig verstopft, so sind von Zeit zu Zeit dieselben freizumachen.

Die wichtigsten Obliegenheiten des Locomotivführers sind diejenigen, welche die Fahrt betreffen. Während derselben hat der Führer auf der Plattform in der Regel zunächst dem Steuerungshebel so zu stehen, daß er diesen, den Regulator und die Dampfpfeife möglichst schnell handhaben kann; er hat die Locomotive und ihre arbeitenden Theile genau zu beobachten, um jedes Gebrechen an derselben durch Auge oder Ohr unverzüglich wahrnehmen zu können. Große Aufmerksamkeit und gewissenhafte Sorgfalt erfordert die Speisung der Locomotive. Da der Führer hierfür verantwortlich ist, darf er die Speisung niemals seinem Heizer allein überlassen, sondern kann höchstens die Handgriffe dazu nach seiner Anweisung und unter seiner Aufsicht vornehmen lassen. Die Kenntniß von dem Wasserstande im Kessel, der niemals unter dem zulässig tiefsten Stand (der am Kessel bezeichnet ist) herabsinken darf, ist nicht allein durch das Wasserstandglas, sondern auch öfter durch Oeffnen der Probirhähne zu verschaffen. Der unterste Probirhahn darf stets nur Wasser ablassen; der mittlere Probirhahn, welcher in der Regel den mittleren Wasserstand anzuzeigen hat, wird beim öffnen Wasser und Dampf ausströmen, während der oberste Hahn nur Dampf ausströmen soll. Bei der Beurtheilung des Wasserstandes ist zu berücksichtigen, daß derselbe während des Ganges der Locomotive und bei heftiger Dampfentwickelung stets höher erscheint als beim Stillstand der Locomotive, bei geschlossenem Regulator oder bei niedriger Dampfspannung. Es muß daher vor dem Anhalten in den Stationen darauf gesehen werden, daß genügend hohes Wasser vorhanden sei, widrigenfalls leicht die Feuerkistendecke bloßgelegt werden könnte.

Verstärkte Aufmerksamkeit auf den Wasserstand ist bei der Fahrt in Strecken mit starken Steigungen nöthig, und in noch erhöhterem Maße, wo solche mit Gefällen häufig und plötzlich abwechseln, weil sonst bei zu niederem Wasserstande eine Gefahr einer Beschädigung für das vordere Ende der Sieberöhren oder für die Feuerbüchse eintreten kann. Wenn die Maschine auf einer Steigung hinauffährt, muß der Wasserstand höher gehalten werden, damit die Rohrenden nächst dem Rauchfange nicht vom Wasser entblößt werden. Ueberhaupt gilt die ununterbrochene Ergänzung des Wasserverbrauches, wobei der Speiseapparat nur wenig Wasser auf einmal liefert, als Regel.

Eine weitere Hauptverrichtung auf der Locomotive ist die Beheizung derselben. Der Heizer muß nach Angaben des Führers die Nachfeuerung besorgen. Dieselbe soll mit Gewandtheit, Schnelligkeit und Aufmerksamkeit geschehen, damit die Heizthüre nie länger als nöthig offen bleibe und das überflüssige Einströmen der kalten Luft vermieden werde. Das Oeffnen der Thüre soll in dem Augenblicke erfolgen, in welchem der Heizer mit der vollen Schaufel vor derselben ist; nach jedem Wurfe ist die Thüre sofort wieder zu schließen. Das Brennmaterial muß über die ganze Rostfläche in möglichst dünnen Schichten und gleichförmig ausgebreitet werden. Eine zu scharfe Wirkung des Blasrohres ist nach Thunlichkeit zu vermeiden, indem die Verengung desselben nicht allein einen bedeutenden Gegen-

druck auf die Kolben verursacht, sondern dadurch auch Kohlenstückchen mitgerissen und durch den Rauchfang ausgeworfen werden. Dies wird vornehmlich dann eintreten, wenn der Rost ungleich beschickt ist und durch Lücken die Außenluft heftig einströmt. Der Führer ist verpflichtet, mit möglichst geringem Brennstoffaufwande den Zug regelmäßig und anstandslos zu befördern und er muß seinen Heizer in dieser Hinsicht überwachen, belehren und zur Wirthschaftlichkeit strenge anhalten. Bei der Feuerung ist hauptsächlich auf die Bahnverhältnisse und auf die Schwere des Zuges Rücksicht zu nehmen und sind alle Mittel und Vorrichtungen anzuwenden, um die Dampferzeugung und den Dampfverbrauch derart zu reguliren, daß mit dem geringst erreichbaren Brennstoffaufwande jene Dampfspannung erzielt wird, welche erforderlich ist. Zur Ersparung von Brennstoff wird von der variablen Expansion (vgl. S. 254) der weiteste Gebrauch gemacht, vornehmlich bei leichten Zügen, auf Gefällen, bei günstiger Witterung und allen der Fortschaffung des Zuges günstigen Verhältnissen, wobei die volle Oeffnung des Regulators und des Blasrohres mit Vortheil angewendet werden kann.

Zur Aufmunterung für Ersparnisse beim Brennstoff sind auf den meisten Bahnen für das Maschinenpersonale Prämien für gemachte Ersparnisse eingeführt, von welchen dem Führer der größere, dem Heizer der kleinere Antheil zufällt. Anderseits aber wird jeder mißbräuchliche Vorgang in der Oekonomie des Brennstoffes, wenn dadurch Zugsverspätungen hervorgebracht werden, mit dem Verluste der Prämie beziehungsweise des Fahrgeldes bestraft und im Bedarfsfalle zu verschärften Strafen gegriffen. Zur Controle des Dampfdruckes (wie Seite 253 mitgetheilt wurde) dienen das Manometer und die Sicherheitsventile. Willkürliche Veränderungen an diesen letzteren ist dem Führer strenge untersagt.

Die an der Locomotive während der Fahrt eintretenden Gebrechen erfordern die allergrößte Aufmerksamkeit seitens des Maschinenpersonales. Versagt der Regulator — was eintritt, wenn die zu seiner Bewegung dienenden Zugstangen gebrochen oder deren Bolzen herausgefallen, oder ein fremder Gegenstand zwischen die Schlitze gerathen ist — dann sind die Steuerung, die Bremsapparate und das Sandstreuen die Mittel, um den Zug zum Stillstande oder vorsichtig in die nächste Station zu bringen. Bei Nacht und ungünstigen Verhältnissen muß der Dampf auf jede zulässige Weise entfernt, das Feuer beseitigt werden und für den Fall, daß die Reparatur auf eine ganz verläßliche Weise nicht sogleich möglich wäre, ist eine Hilfsmaschine herbeizurufen. Der Eintritt von Gebrechen an den Siederohren — z. B. das Bersten derselben — hat ein schnelles Sinken des Wassers im Kessel zur Folge und kündigt sich an durch Entweichen von Wasser und Dampf in die Feuerbüchse oder in die Rauchkammer, oder in beide. Vor Allem ist hierbei der Wasserstand mindestens bis zum zulässig tiefsten Punkte zu erhalten und sind die beiden Mündungen des Rohres mit Stoppeln zu schließen. Sollte dies nicht durchführbar sein, so müßte zur Beseitigung des Feuers und nöthigenfalls zur Ablassung des Wassers geschritten werden.

Functionirt der Injector nicht, so ist zumeist die vorausgegangene Erhitzung desselben die Ursache und muß daher der Dampfkessel des Apparates geschlossen, der Tender- und der untere Apparatwechsel geöffnet, Tenderwasser durchgelassen, und erst dann, wenn auch dieses Mittel nicht helfen sollte, der Apparat mit kaltem Wasser übergossen und so gehörig abgekühlt werden. Sollte zu heißes Tenderwasser die Ursache der Nichtfunctionirung des Apparates sein, so muß kaltes Wasser in den Tender nachgefüllt werden. Auch die Verunreinigung des Apparates in Folge mangelhafter Reinigung des inneren Wasserkastens kann die Veranlassung zur unvollkommenen oder gänzlichen Unterbrechung der Speisung werden. Desgleichen ist die Wasserhöhe im Tender in dieser Hinsicht von Einfluß, daher der Führer die Eigenthümlichkeiten seiner Apparate kennen und ausprobirt haben muß, wie dieselben am wirksamsten zum Speisen gebracht werden können und bei welcher Wasserhöhe im Tender ein minderes oder gar kein Speisen mehr möglich ist.

Ueber die Obliegenheiten des Führers — und Maschinenpersonales überhaupt — während der Fahrt bezüglich der Bahnstrecke selbst, der Beachtung der Streckensignale, die Beobachtung der Streckenwächter und aller sonstigen Vorkommnisse, wird in einem späteren Abschnitte über die Bewegung der Züge die Rede sein. Es erübrigen zum Schlusse nur noch etliche Bemerkungen über den Führernachwuchs und die Heizer vorzubringen. Den ersteren bilden die sogenannten Lehrlinge, welche dem Werkstättenarbeiterstande entnommen und den besten Führern zur Ausbildung zugewiesen werden, wobei sie durch einige Zeit den Dienst der Heizer verrichten müssen. Später haben sie eine Prüfung zu bestehen, um das zur selbstständigen Ausübung des Führerdienstes unentbehrliche Staatszeugniß zu erlangen. Ihre praktische Verwendung finden sie vorerst beim Rangir- und Bereitschaftsdienste, späterhin bei Arbeits- und Lastzügen.

Die Obliegenheiten des Heizers ergeben sich zum Theile aus denen des Maschinenführers, wie aus dem Vorstehenden mehrfach sich ergiebt. Im Allgemeinen kommt ihnen jener Theil der Maschinenbedienung zu, der sich auf die Instandhaltung der Maschine und ihrer einzelnen Organe vor und nach der Fahrt bezieht. Die Heizer werden aus den stabilen Putzern des Heizhauses requirirt und zum Fahrdienste nach und nach ausgebildet, indem sie, wo zwei Heizer den Maschinen zugetheilt sind, zuerst als zweiter Heizer, sonst beim Verschieben, sodann bei den leichteren Personen-, endlich zu den Last- und anderen Zügen zugetheilt werden. Eine behördliche Prüfung entfällt, die wünschenswerthen praktischen Unterweisungen erhalten die Heizer vom Führer. Eine nicht unwesentliche Vorbedingung ist eine kräftige, gesunde Körperconstitution, da der Dienst des Heizers ein sehr anstrengender ist. Ueberhaupt ist der Heizer ein wichtiges Organ der Maschinenbedienung, indem seine physische Arbeit und sonstige Mithilfe dem besten Führer zur vollkommenen Führung der Locomotive unentbehrlich sind; nebstdem kann der Heizer durch Unfähigkeit, Lässigkeit oder bösen Willen der Maschine Schaden zufügen, ja selbst Unfälle herbeiführen, im Gegenfalle verhüten.

Außer dem Führer und Heizer erfordert die Maschinenbedienung noch andere Organe, welche den internen Heizhausdienst versehen. Es sind dies der Vorheizer und Putzer. Die Obliegenheiten des ersteren bestehen in der Mithilfe bei den Heizhausverschiebungen, beim Umdrehen und allen zur Remisirung und Ausrüstung der Maschinen, sowie in deren Reinigung, Auswaschung und Anheizung. Das erste Anheizen der Maschinen durch die Vorheizer erspart dem fahrenden Heizer $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden Anwesenheit im Heizhause, was bei langen Fahrstrecken, besonders bei Lastzügen und im Winter von Wesenheit ist, weil der Streckendienst den Heizer ohnedies stark in Anspruch nimmt. . . . Die Putzer haben den fahrenden Heizern beim Putzen der Maschine und anderen Hantirungen zu helfen und bilden die Pflanzschule für die fahrenden Heizer, während die Stellung des Vorheizers als eine Art Ruheposten für altgediente Heizer aufzufassen ist.

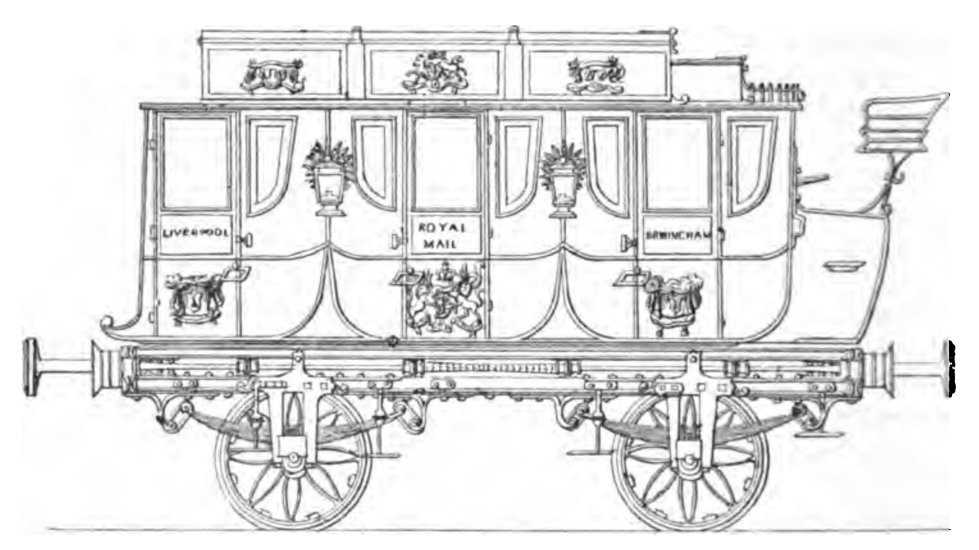
---

2. Die Personenwagen.

Die Eisenbahnwagen weisen im Großen und Ganzen eine mit der fortschreitenden Entwickelung des Locomotivbaues gleichen Schritt haltende Ausgestaltung der einzelnen Typen auf, doch sind hier die Constructionen etwas stationärer wie dort. Ja, gewisse Kategorien von Lastwagen sind durch Jahrzehnte auf derselben Stufe verblieben, z. B. in England, wo noch vielfach alterthümliche, ganz aus Holz gebaute Wagen ohne elastische Stoß- und Zugvorrichtungen laufen. Dagegen haben die vielfachen reformatorischen Bestrebungen auf allen Gebieten des Eisenbahnwesens auch reiche Früchte bezüglich der Einrichtung, Ausstattung und Benützung der Personenwagen getragen. Den gesteigerten Ansprüchen des reisenden Publicums sind die Bahnverwaltungen und Wagenconstructeure durch fortgesetzte Verbesserungen, Erhöhung des Comforts und Rücksichtnahme auf möglichst große Bequemlichkeit oft in einem Ausmaße nachgekommen, daß die Grenze des Zweckmäßigen mehrfach überschritten, dem Luxus hingegen Bahn gebrochen wurde.

Nicht ohne Einfluß waren hierbei die auf den amerikanischen Bahnen geschaffenen Einrichtungen, wo die Ausdehnung der Strecken in gebieterischer Weise zu Reformen zwang. Einzelne daselbst schon seit längerer Zeit bestehende zweckdienliche Ausstattungen von Waggons zu Speise-, Conversations- und Schlafräumen fanden allmählich auch auf dem Continente Eingang. Hand in Hand damit gingen die Verbesserungen an den vielfach noch sehr primitiven inneren Einrichtungen der Personenwagen, die eine völlige Umwälzung zur Folge hatten. Die

Aufmerksamkeit, welche die constructiven Theile der Waggons, vornehmlich das Radgestell und der Waggonkasten zur Erhöhung der Sicherheit des Reisenden erfuhren, führten gar bald zu einer behaglicheren Ausstattung der Räume. Bahnbrechend wurden für diese Reformen die Ausstattungen und Einrichtungen der Waggons zur Beförderung hoher und höchster fürstlicher Persönlichkeiten; es übertrugen sich allmählich die dort stattgehabten Umwälzungen theilweise oder gänzlich auf die üblichen sogenannten »Normalsysteme«, deren Beengtheit, schlechte Ventilation und sonstige allen Anforderungen der Gesellschaft hohnsprechenden Gebrechen solche Wagen fast in eine und dieselbe Linie mit dem alten Marterkasten der Postkutschen stellten.



Englischer Personenwaggon I. Classe (1840).

Mit diesem fortwährenden Bestreben nach Verbesserungen war indes der Uebelstand verbunden, daß eine große Mannigfaltigkeit der Typen ins Leben trat, wobei die bis dahin bestandenen Normalsysteme die Grundlage für die constructiven Reformen abgaben. Erst im Laufe der letzten Jahre sind einheitlichere Constructionen entstanden. Es war eben nicht leicht, die an verschiedenen Stellen und recht durcheinander gemachten Erfahrungen zu sammeln, dieselben scharf zu sichten und für die Neuausführungen zu verwenden. Deshalb ist es erklärlich, daß auch neuerdings Manches mit unterlaufen ist, was erst mit der Ausscheidung der Wagen wieder verschwinden wird. Wie die Dinge liegen, haben die Wagenconstructeure zur Zeit ihr Augenmerk vornehmlich auf die erkannten Mängel zu richten, die gemachten Erfahrungen zu verwerthen und die zahlreichen Einzelwünsche auf ihre Berechtigung hin zu prüfen. Eine Hauptschwierigkeit bei solchen Feststellungen liegt möglicherweise in der großen Zahl der zur Mitwirkung Berufenen.

Bevor wir auf die Details der einzelnen Typen eingehen, ist es erforderlich, auf die constructiven Organe der Eisenbahnwagen einen orientirenden Blick zu werfen. Dieselben unterscheiden sich von dem gewöhnlichen Fuhrwerk zunächst durch ihre größeren Abmessungen, welche sie befähigen, bedeutende Lasten fortzuschaffen. Die große Belastung der Eisenbahnwagen hinwieder wird dadurch ermöglicht, daß dieselben auf der glatten Bahn der Schienen fortbewegt werden, wobei das Beharrungsvermögen erheblich zur Verminderung des Eigengewichtes beziehungsweise der Gesammtlast beiträgt. Eine Eigenthümlichkeit der Eisenbahnfahrzeuge gegenüber den Straßenfuhrwerken besteht ferner darin, daß die Räder der ersteren an die Achsen festgekeilt sind, während bei letzteren die Räder an festsitzenden Achsen sich drehen. Der Vortheil der ersteren Anordnung besteht darin, daß der Durchmesser der Achsschenkel, auf welchen der Wagen ruht, ein kleineres Maß aufweist als die in der Radnaben liegenden Theile der Achse, wodurch der Eigenwiderstand, den din Wagen ihrer Bewegung entgegensetzen, herabgemindert wird, da das Maß der Reibung an den Zapfen kleiner ist, als an den Naben bei feststehenden Achsen. Außerdem würde bei Rädern, welche sich an einer unbeweglichen Achse drehen, in Folge Abnützung die Führung zwischen Nabe und Achsschaft sich erheblich lockern, was bei Rädern, die an der Achse festgekeilt sind, unmöglich ist, da die Last immer von oben auf die Achsschenkel drückt und vermöge der eigenartigen Construction der Achslager ein Hohllaufen der Zapfen ausgeschlossen ist. Der Sachverhalt ist so einfach und klar, daß er einer weiteren Auseinandersetzung nicht bedarf.

Gleichwohl kommen auch Constructionen von Eisenbahnwagen vor, bei denen einzelne Räder sich auf den Achsen drehen, indem nämlich auf einer gemeinschaftlichen Achse das eine Rad lose, das andere fest auf derselben sitzt. Diese Anordnung kann nur dort mit Vortheil angewendet werden, wo es sich um geringe Geschwindigkeit und sehr scharfe Curven handelt. In geraden Strecken drehen sich beide Räder gemeinschaftlich mit der Achse, während in Curven das lose Rad jener Drehung um die Differenz der Längen der beiden Schienenstränge vorauseilt beziehungsweise, wenn es auf dem inneren Schienenstrange läuft, gegen dieselbe zurückbleibt.

Ein jeder Eisenbahnwagen setzt sich aus drei Haupttheilen zusammen: dem Wagenkasten, dem Radgestell (Rahmen, Unterkasten) und den Rädern. Bei gewissen Kategorien von Lastwagen fällt übrigens der Wagenkasten ganz fort, indem um Zapfen drehbare Böcke mit seitlich aufstrebenden Armen oder blos solche letzterer Art zur Aufnahme der Ladung (Schienen, Langhölzer ꝛc.) dienen. Was zunächst die Räder und Achsen anbelangt, sind die ersteren entweder Speichenräder oder Scheibenräder, ihr Material Eisen oder Stahl. Gußeisen kommt meist nur für Schalengußräder, mitunter für Radsterne in Anwendung, doch dürfen erstere nur unter Güterwagen ohne Bremse laufen. Zur Zeit werden fast ausschließlich elastische Speichenräder verwendet. Ein Uebelstand derselben ist, daß sie bei schnellfahrenden Zügen bedeutende Mengen Staubes aufwirbeln. Versuche mit

Scheibenrädern aus Holz und Papiermasse, welche den vorerwähnten Uebelstand weniger fühlbar machen, haben keine befriedigenden Resultate ergeben. Die Construction wäre indes der Verbesserung fähig, da erwiesenermaßen bisher kein vollwerthiges Material verwendet wurde. Dem weitgehenden Gebrauche des letzteren steht aber wieder das Hinderniß entgegen, daß solche Räder aus bester Papiermasse bedeutend theuerer sind als solche aus Eisen oder Stahl.

Jedes Speichenrad setzt sich aus drei Theilen zusammen: dem Radsterne mit der dazugehörigen Felge, der Nabe und dem Radreifen (Tyre, Bandage); letzterer hat aus einem besonders widerstandsfähigen Material zu bestehen und wird in Folge dessen in der Regel aus Gußstahl erzeugt. Der Radreifen ist an seiner Lauffläche konisch abgedreht und mit einem Spurkranze versehen, vermöge dessen das Rad die Führung auf der Schiene erhält. Der Durchmesser des Radreifens ist etwas kleiner als derjenige des Radsternes (mit der Felge); vor dem Aufziehen wird ersterer so weit erwärmt, daß er bequem über letzteren geschoben werden kann; in Folge des Erkaltens preßt sich der Radreif fest auf das Rad an und es bedürfte eigentlich keiner weiteren Befestigung beider Theile, da die Reibung eine so innige ist, daß eine Trennung nicht stattfinden kann. Indes sind die Radreifen entweder in Folge der mechanischen Angriffe, denen sie während der Fahrt ausgesetzt sind, oder durch zu starkes Zusammenziehen bei großer Kälte Brüchen ausgesetzt. Tritt ein solcher Fall ein, so würde der ganze Reif sofort abfallen, wenn er nicht an mehreren Stellen mit dem Rade vernietet oder verschraubt wäre. Um überdies zu verhindern, daß bei Tyrebrüchen einzelne Theile abgeschleudert werden, sind verschiedene Anordnungen getroffen, welche für den Laien ohne Interesse sind.

Die Speichen und Naben weisen vielfach abweichende Constructionen auf und werden erstere mitunter aus Holz hergestellt. Radsterne aus Papiermasse stehen sehr hoch im Preise. Man verwendet für erstere zur Zeit überwiegend solche aus Schmiedeeisen, und zwar mit massiven, ungenieteten Speichen, weil bei gußeisernen Naben das Loswerden der Speichen sehr bald eintritt. Speichen mit ovalem Querschnitt sind sehr schön und dauerhaft. Daß Räder mit massiven Speichen weniger elastisch sind als solche mit genieteten und getheilten Speichen, ist eher ein Vorzug als ein Nachtheil für das Festhalten des Reifes. Mitunter (in Amerika) besteht das Radgestell aus zwei zusammengeschraubten oder genieteten Stahlblech-Scheibenringen, an der Peripherie gebördelt und der Bord je in eine eingedrehte Nuth des Tyre und der Nabe passend. Dabei braucht der Tyre nie erhitzt zu werden, das Rad ist elastisch und fest zugleich, der Tyre kann bis auf eine geringere als die Minimaldicke abgedreht werden, ohne Gefahr des Bruches oder Loswerdens. Das amerikanische Gußeisen ist von ganz ausgezeichneter Qualität und in Folge dessen stehen dort Schalengußräder in allgemeiner Anwendung, und zwar mit und ohne Rippen. Außer den ganz gußeisernen Rädern laufen auf den amerikanischen Bahnen noch eine Menge Räder von ungewöhnlichen Constructionen,

so für Personenwagen solche mit gußeiserner Nabe, stählernem Radreif und Scheibe von gepreßtem Papier, andere mit Holzscheiben u. s. w. Den gußeisernen Rädern rühmen die amerikanischen Ingenieure eine sehr lange Lauffähigkeit nach; dem deutschen Maschineninspector J. Brosius wurden die durchlaufenen Strecken von einigen alten Rädern zu 202.166 englischen Meilen, von anderen 156.000 bis 178.000 englischen Meilen angegeben. Eine gußeiserne Bandage sollte 15 Jahre gelaufen sein, und von einigen Rädern wurde behauptet, sie seien 20 Jahre im Dienste gewesen und hätten $1^1/_2$ Millionen englische Meilen zurückgelegt.

Wir haben schon bei den Locomotiven hervorgehoben, daß die Achse sozusagen die Basis alles technischen Eisenbahnwesens sei und die größte Beachtung verdiene. Die Achsen werden daher nicht mehr aus Schmiedeeisen, sondern durchwegs aus Gußstahl hergestellt, und muß jede derselben aus einem einzigen Ingot ausgeschmiedet sein. Der mittlere Theil der Achse wird Achsschaft genannt, die beiden etwas schmäleren Enden, mit welchen die Achsen in den Achslagern laufen, heißen Achsschenkel; der Theil der Achse, welcher beiderseits in die Naben der Räder zu liegen kommt, ist am stärksten dimensionirt. Die Befestigung der Räder auf den Achsen erfolgt lediglich durch Reibung, indem die Nabenbohrung der Räder einen etwas kleineren Durchmesser hat als der Achsschaft an seinen verdickten Stellen, doch sind die Abmessungen derart gehalten, daß die Nabe am Befestigungspunkte der Achse nur durch Anwendung eines starken hydraulischen Druckes aufgeschoben werden kann.

Die Verbindung der Achsen mit dem Rahmen (Radgestell) erfolgt mittelst der Achsbüchsen. Zu diesem Zwecke stützt sich der Achszapfen mit seiner oberen Hälfte gegen eine ihn bis zur Mitte umfassende Lagerschale aus Bronze, welche in der Achsbüchse befestigt wird. An Stelle der Lagerschale wird die Achsbüchse häufig oben durch ein weiches Metall (eine Mischung von Kupfer, Zinn und Antimon) ausgegossen, oder es wird die Lagerschale an der Lauffläche mit dieser Metallmischung ausgegossen, was sehr rationell ist. Um die Reibung der Achsschenkel in den Lagerstellen zu vermindern und gleichzeitig zu verhüten, daß erstere heiß laufen, enthält die Achsbüchse in ihrem Untertheile ein Schmiermittel (meist mit Petroleum versetztes Rüböl, seltener andere Oele, oder dickflüssige Schmieren), in welches der Achsschenkel entweder mit seiner unteren Hälfte eintaucht, oder es wird ihm die Schmiere mittelst Saugdochten und Schmierpolstern zugeführt. Die Schmierung muß aber auch von oben her erfolgen. Sie wird, wenn dickflüssige Schmiere in Anwendung kommt, erst dann wirksam, wenn sich der Achsschenkel in Folge der Bewegung bereits etwas erwärmt hat.

Die Achsbüchsen bilden entweder ein Stück, oder sie sind aus zwei Theilen, einem oberen und einem unteren, zusammengesetzt, welche miteinander verschraubt werden. Die Achsbüchsen werden von Vorne über die Achsschenkel geschoben und besitzen an den Seiten Gleitflächen, mit welchen sie sich gegen die Achshalter stützen, und zwar mit hinlänglicher Reibungsfreiheit, um nach auf- und abwärts gleiten

zu können. Zur Seite der Gleitflächen greifen Rippen vor, welche zur Begrenzung der seitlichen Verschiebung der Achsbüchsen beziehungsweise der Achsen in den Krümmungen dienen. Die Achshalter (auch Achsgabeln genannt), welche die Achsbüchsen aufnehmen, sind aus starkem Blech hergestellt und mit den Langträgern des Rahmens vernietet oder verschraubt. Auf den oberen Theil der Achsbüchse kommt die Feder aufzuruhen, welche die Stöße der Räder von der Fahrbahn her mildern und abschwächen soll. Die älteren Constructionen — Spiralfedern, Bogenfedern, Parallelfedern — finden wenig mehr Anwendung und sind allenthalben durch die »Blattfedern« — eine Anzahl Klingen von Federstahl, deren Krümmung einem Kreisbogen entspricht — verdrängt worden. Die einzelnen Klingen werden gegen das Auflager hin immer kürzer und alle Klingen zusammen durch einen sie umgreifenden Bund festgehalten. Eine andere Befestigungsweise besteht darin, daß die Klingen in ihrer Mitte durch zwei miteinander verschraubte Platten festgehalten werden.

Das Material der Federn leitet wegen der großen Elasticität den Schall sehr gut weiter, so daß alle Geräusche vom Rollen der Räder auf den Schienen und die Erschütterungen von den Schienenstößen sehr deutlich auf das ebenfalls eiserne Untergestell und den Wagenkasten übertragen werden. Nur wenn die Federn mit den Achsen und dem Untergestell derart verbunden würden, daß die Schallfortleitung an beiden Stellen — den Achslagern und der Federaufhängung — unterbrochen wäre, ließe sich jener Uebelstand beseitigen und eine gute Schalldämpfung erzielen. Die Einführung von Gummistreifen zwischen die einzelnen Klingen der Feder hat sich nicht bewährt, da hierbei die metallische Verbindung für die Schallfortleitung bestehen blieb.

Die Federn der heutigen Personenwagen haben je nach der auf ihnen ruhenden Last 8 bis 11 Klingen. Je nach der Herstellung, Härte und Art des Federnmaterials in der Belastung machen solche Federn, wenn angestoßen, in der Secunde 1·8 bis 3·5 ganze Schwingungen, doch treten die höheren Zahlen seltener ein, so daß die meisten Schwingungen in den engeren Grenzen von 1·8 bis 2·6 in der Secunde liegen. Untersucht man, wie sich die Zeit für eine Federschwingung zu der Zeit verhält, in der bei gewisser Fahrgeschwindigkeit eine Schienenlänge Weges zurückgelegt wird, die Schienenstöße also in der Zeit einer Federschwingung aufeinanderfolgen, so ergiebt sich, daß in Folge des Zusammenfallens der Schienenstöße mit den Federschwingungen der Gang des Wagens ein ruhiger wird.

Wir kommen nun zum zweiten Hauptbestandtheile eines jeden Eisenbahnwagens, dem Rahmen oder Untergestelle, auch Unterkasten genannt. Derselbe wird neuerdings fast ganz aus Eisen hergestellt, doch findet man noch ganz hölzerne Untergestelle, ferner solche, bei denen die Langträger aus Eisen, die übrigen Theile aber aus Holz sind. Die Verbindung der Langträger wird vorne und hinten durch sogenannte Kopfschwellen bewirkt; zwischen diesem, ein Rechteck bildenden Rahmen kommen die Diagonalverstrebungen und Querverbindungen, welche eine größere

Versteifung des Rahmens bewirken, zu liegen. Mittelst der Achshalter erfolgt die Verbindung des Rahmens mit den Achsen, wobei die gleichfalls an den Rahmen aufgehängten Federn mitwirken.

Am Untergestelle werden die Zug- und Stoßvorrichtungen angebracht. Beide Organe mögen dem Nichtfachmanne wohl als sehr nebensächlich erscheinen, doch ist dies durchaus nicht der Fall. Was zunächst die Zugvorrichtung anbelangt, so ist es klar, daß eine Anordnung, durch welche bei jedem Wagen unmittelbar die beiden Befestigungsstellen an den Kopfschwellen in Anspruch genommen würden, das ganze Untergestell beständig in Mitleidenschaft gezogen wäre. Um dies zu verhüten, führt man die Zugvorrichtung durch das Untergestelle hindurch, so daß letzteres durch die Zugkraft gar nicht in Anspruch genommen wird; es wirken nur die Zugstangen aufeinander. Da aber ungegliederte Zugstangen eine gewisse Steifheit der fortzubewegenden Wagencolonne verursachen würden, schaltet man in der Mitte der Zugvorrichtung eines jeden Wagens ein elastisches Mittelstück ein, wobei eine Spiralfeder die jeweils wirkende Zugkraft aufnimmt. Die Enden der Zugstangen gehen in starke Haken über, an welchen die Kuppelvorrichtung angebracht ist. Dieselbe ist die sogenannte Schraubenkuppelung, die ein Zusammenziehen gestattet, wodurch dem zu starken ruckweisen Anziehen vorgebeugt wird. Minderwerthig sind die sogenannten Nothkuppelungen, welche zu beiden Seiten der Hauptkuppelung angebracht sind und aus schlaff herabhängenden Ketten bestehen. Ihren Zweck, im Falle eines Bruches der Hauptkuppelung in Wirksamkeit zu treten, erfüllen sie in den seltensten Fällen, da das plötzliche starke Anziehen der langen Ketten auch diese zum Reißen bringt. Man zieht daher vielfach vor, die Hauptkuppelung entsprechend zu verstärken, die Nothkuppelungen dagegen gänzlich fortzulassen.

Zur Erhöhung der Elasticität und Beweglichkeit einer Wagencolonne dienen neben den elastischen Zugvorrichtungen auch die Stoßvorrichtungen oder »Puffer«, welche zu diesem Zwecke gleichfalls elastisch hergestellt werden. In der ersten Zeit der Eisenbahnen kannte man nur unelastische Puffer, wie solche zum Theile auch heute noch an englischen Güterwagen sich finden. Später ersetzte man diese Puffer durch Lederkissen von cylindrischer Form, welche mit Roßhaar gefüttert und mit starken eisernen Reifen versehen waren. Da sie sich als zu wenig elastisch erwiesen, setzte man an ihre Stelle eiserne, an einer Stange befestigte Pufferscheiben, wobei erstere auf eine am Wagenuntergestelle befindliche Blattfeder drückte. Diese Anordnung hat sich indes nicht bewährt und führte zunächst zu einer Construction, welche darin bestand, daß die Stange der Pufferscheibe in eine Büchse zu liegen kam, in welcher eine Anzahl durch Blechtafeln von einander geschiedener Kautschukringe den Stoß aufnahmen. Die Kautschukringe wurden dann wieder durch Spiralfedern ersetzt, oder man legte in vorerwähnte Büchse gewölbte Scheiben aus Stahlblech ein, die abwechselnd ihre concaven und convexen Seiten einander zukehrten und auf diese Weise als Federn wirkten. Sie heißen demgemäß »Scheibenfedern«.

Die Zug- und Stoßvorrichtungen stehen noch immer mitten im Stadium der Experimente, und gilt dies vornehmlich von der Anordnung der Kuppelung, welche Jahr für Jahr zahlreiche Projecte und Vorschläge ans Tageslicht bringt, ohne daß es bisher gelungen wäre, dem einen oder anderen Systeme ungetheilte Anerkennung zu verschaffen. Das Hauptgewicht wird auf eine Anordnung gelegt, durch welche Zug- und Stoßapparat in einer gemeinsamen Vorrichtung untergebracht sind, die überdies — was die Kuppelung anbetrifft — diese letztere entweder automatisch besorgt, oder vermittelst einer am Wagengestelle angebrachten Hebelvorrichtung bewirkt werden kann. Das zur Zeit noch herrschende Zweipuffersystem schließt schwerwiegende Nachtheile in sich, da der die Kuppelung besorgende



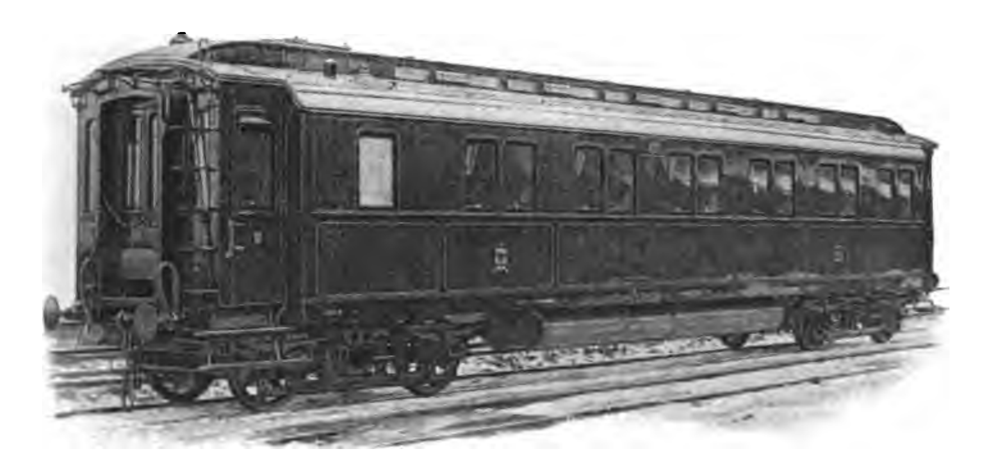
Schnellzugwagen mit Lenkachsen, Schweizerische Centralbahn.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen.)

Mann unter dem einen der beiden Puffer durchschlüpfen muß, wobei Verunglückungen nur zu häufig vorkommen.

Der dritte Haupttheil eines jeden Eisenbahnwagens ist der **Oberkasten**, auch kurzweg »Wagenkasten« genannt. Je nach dem Zwecke, für welche die Wagen gebaut sind, fällt der Wagenoberkasten außerordentlich verschieden aus. Wir sehen vorläufig von dem Güterwagen ab, und halten uns den Wagenkasten der Personenwagen vor Augen. Die Kastengerippe der Personenwagen werden überwiegend noch aus Eichen-, Eschen- und Rusterholz angefertigt, doch findet das Eisen eine immer ausgedehntere Anwendung. Im Uebrigen sind die Wagenkasten durchwegs recht schwer gebaut. Bei guter Auswahl der Materialien würde sich das Gewicht der Kasten, ohne der Festigkeit und der Dauer zu schaden, sehr wohl noch vermindern lassen. Das todte Gewicht würde dann in wünschenswerther Weise herabgemindert werden. Gegenwärtig zeigt sich vielfach das Bestreben, große, sehr schwere Wagen zu bauen, welche ein so großes Eigengewicht haben, daß selbst bei gün-

stiger Ausnützung der Sitzplätze, ein schreiendes Mißverhältniß zwischen der todten Last und der Nutzlast in die Erscheinung tritt.

Die Länge der Wagenkasten hängt mit einem anderen sehr wichtigen Factor — dem Radstand — zusammen. Man versteht darunter die Entfernung zwischen den Achsen eines Wagens, welche selbstverständlich nach der Kastenlänge sich richtet. Bei den älteren, meist kurzen Wagen ist der Radstand gering; bei den neueren, viel längeren Wagen ist derselbe jedoch für den ruhigen Gang bei schneller Fahrt nicht groß genug. Ein sehr bedeutender Radstand — wie ihn eine große Kastenlänge bedingt — behindert den Wagen im Durchlaufen der Curven und so ist man gezwungen, den Radstand herabzumindern. Dies hat aber zur Folge, daß die Wagenenden bedeutend überhängen, was den Fahrzeugen einen sehr unruhigen



Durchgangwagen auf Drehgestellen der preußischen Staatsbahnen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz.)

Gang verleiht und überdies einen größeren Kraftaufwand zu ihrer Fortbewegung erfordert.

Man kann z. B. an Wagen, die einen kurzen Radstand haben, beobachten, daß die Räder der Endachsen fortwährend mit ihren Spurkränzen gegen die Schienen anlaufen und an diesen reiben. Das ruhige Abrollen der Räder auf den Schienen hört dabei auf, das Reiben macht sich durch ein knurrendes, durchdringendes Geräusch hör- und fühlbar, indem der ganze Wagen dadurch erschüttert wird. Man hat daher, um den Radstand möglichst groß zu wählen und dennoch die Beweglichkeit der Fahrzeuge in den Curven aufrecht zu erhalten, in neuester Zeit bei den großen, schweren und langen Wagen einer Anordnung amerikanischen Ursprunges Eingang verschafft, nämlich dem Truckgestelle. Dasselbe vereinigt je ein Achsenpaar an einem besonderen Wagengestelle, auf welchem das Wagenende aufruht. Die Verbindung ist mittelst eines starken Zapfens, um welchen sich das

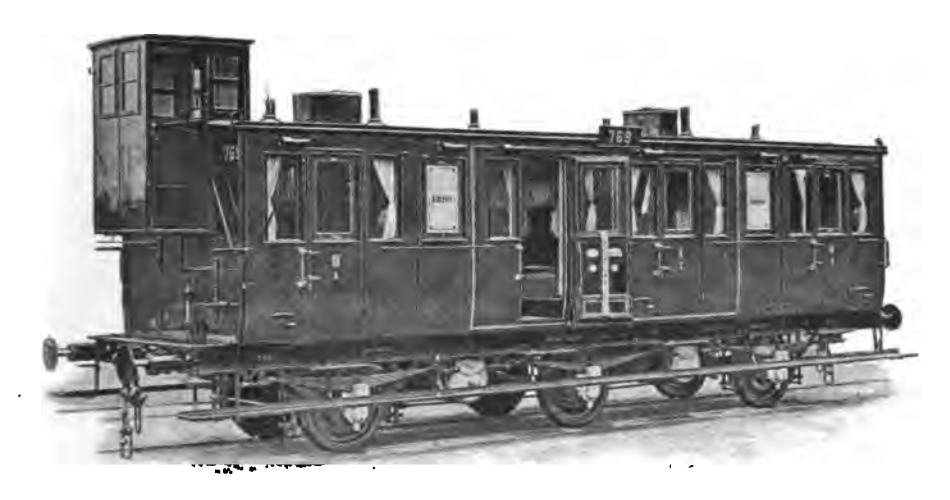
Wagengestelle bei Drehungen des Truckgestelles unbehindert bewegen kann, bewirkt. Solche Wagen sind neuerdings in Deutschland in den Sommerverkehr gestellt worden, und zwar zunächst in den Schnellzügen von Berlin über Braunschweig nach Köln. Allerdings sind diese Wagen recht schwer, indem bei Besetzung aller Sitzplätze über 800 Kilogramm Wagengewicht auf jeden Fahrgast kommen, bei halber Besetzung das Doppelte dieses Gewichtes. Ursache dieses bedeutenden Gewichtes sind die kräftige Ausführung und die vielen Einbauten. Diese Wagen laufen sehr ruhig und machen sich nur die langen Blattfedern fühlbar, an denen man das Mitschwingen mit den Schienenstößen wahrnehmen kann. Die amerikanischen Wagen — die überdies leichter sind, da sie meist nur Sessel und keine überflüssigen Zwischenwände besitzen — haben an Stelle der Blattfedern Spiralfedern und vermeiden auf diese Weise die langsam verlaufenden Schwingungen.

Die Kastenverschalung wird allgemein mit etwa 2 Millimeter starken Blechen ausgeführt. Besteht das Kastengerippe aus Holz, so verbindet man die Ober- und Unterkastenschwellen durch Eck-, Thür- und Zwischensäulen, welche durch Querriegel versteift sind. Zur Herstellung geschlossener Seitenwände wird dieses Gerippe inwendig mit Brettern bekleidet, und außen mit einem Blechüberzuge, der nur in einzelnen Fällen durch Papiermaché ersetzt wird, überzogen. Die einzelnen Tafeln des Blechüberzuges besitzen in der Regel die ganze Höhe des Wagens und die Breite des Fensters, einschließlich der beiden halben Pfeiler; sie stehen unten etwas vor und sind mittelst inneren Langwinkels an dem Kastenrahmen befestigt. Gleicherweise werden Thüren und Stirnwände verschalt. Hätte man sich nicht so sehr an die glattlackirte Blechverschalung gewöhnt, so wären Holzverschalungen aus Brettern mit Feder und Nuth, sauber gekehlt, gefirnißt, oder auch mit Farben lackirt, dauerhafter und vielleicht — bei schöner Arbeit — nicht minder elegant. Das Unterlegen der Bleche mit Leinwand oder Stoffen überhaupt führt durch Anziehen der Feuchtigkeit das vorzeitige Verrosten der Bleche, trotz des Anstriches, herbei. Das beabsichtigte Vermeiden des rollenden Geräusches während der Fahrt wird durch gute Spannung und strammes Befestigen der Bleche ans Kastengerippe beseitigt. Die Wagendecke besteht aus gekrümmten Querhölzern, welche zwischen den Kastenschwellen eingelegt und mit einer Holzverschalung versehen sind. Diese letztere wird durch einen Ueberzug von stark mit Firniß und Farbe getränkter Leinwand oder durch eine Kupfer- oder Zinkbedeckung gegen die Einwirkungen der Sonne und Nässe geschützt. Der Fußboden besteht aus Brettern, welche meist in doppelten Lagen und mit Zwischenräumen von 30—50 Millimeter verlegt werden. Die Zwischenräume der beiden Bretterlagen füllt man passend mit schlechten Wärmeleitern aus. Die Anwendung elastischer Zwischenlagen (Gummi oder Spiralfedern) zwischen Oberkasten und Unterkasten, um die Stöße auf den ersteren noch weiter, als das schon durch die Tragfedern geschieht, abzuschwächen, ist sehr empfehlenswerth.

Die Bekleidung der inneren Wandflächen geschieht am zweckmäßigsten mit Wachstuch, da dasselbe hygienisch am vortheilhaftesten ist. Alle anderen Stoffe sind

weniger geeignet, am wenigsten der erhaben gepreßte Linkruftastoff, welcher zwar dicht, aber nicht fest genug ist. Seine sehr rauhe Oberfläche giebt eine vorzügliche Bakterienlagerstätte ab. In dieser Hinsicht ist auch die Ueberladung mit all zu viel Leistenwerk zu vermeiden; wo eine Leiste genügt, brauchen drei nicht genommen zu werden. Große Staubbehälter sind ferner die Plüsche- und die Cocosfaserteppiche. Ein einziger scharfer Tritt wirbelt aus ihnen so viel Staub auf, um ein ganzes Coupé damit zu füllen.

Bevor wir die Einrichtung der Personenwagen im Einzelnen behandeln, ist es nothwendig, deren Anordnung bezüglich der Zwischenräume kennen zu lernen. Man unterscheidet diesfalls drei Systeme: den Coupéwagen oder das »englische System«, den Intercommunicationswagen oder das »amerikanische System«,

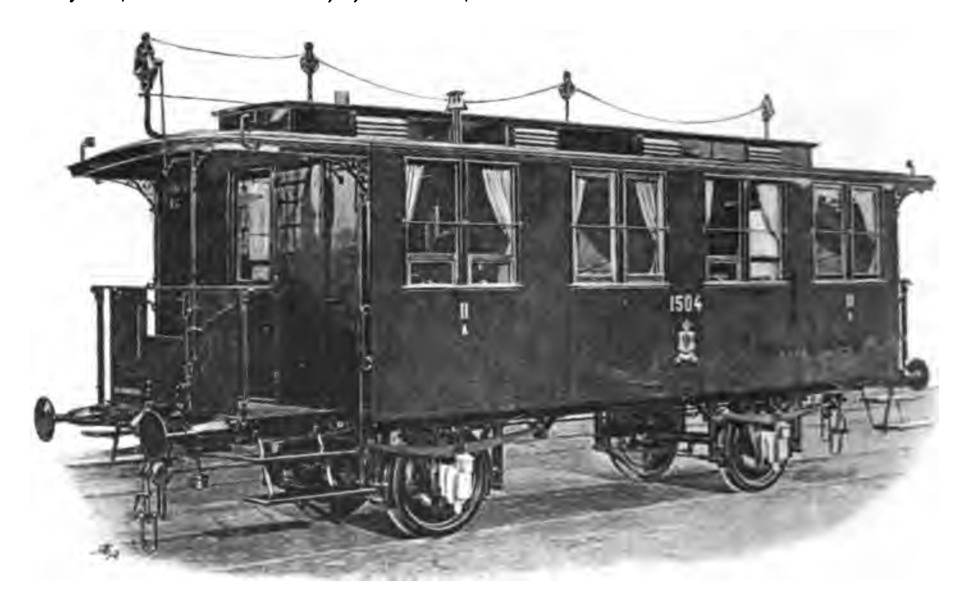


Coupéwagen I. und II. Classe für Vollbahnen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: »Düsseldorfer Eisenbahnbedarf«.)

und den Coupéwagen mit Mittel- oder Seitengang oder das »gemischte System«. Früher, als die letztgenannte Wagengattung noch nicht gebaut wurde, sprach man ganz allgemein von einem »deutschen System«, d. h. einem Coupéwagen mit langem Oberkasten und drei Achsen.

Die älteste Anordnung ist der Coupéwagen, zuerst in England construirt und im Großen und Ganzen der alten Postkutsche nachgebildet. Das Coupésystem, entsprossen dem englischen Wesen mit seiner Vorliebe nach Abgeschlossenheit, hat sich bislang als das herrschende erwiesen, obwohl der Vorzug der Abgeschlossenheit den schweren Uebelstand der Beengtheit mit sich brachte. Dagegen sind solche Wagen mit den an der Langseite angebrachten Thüren rasch besetzt und entleert, was in einem Lande wie England, wo die Aufenthalte kurz bemessen und eine Bevormundung der Fahrenden seitens des Dienstpersonales in Bezug auf Anweisung der Plätze u. s. w. nicht statthat, von Vortheil ist. Die leichte und schnelle

Besetzung und Entleerung der Wagen wird unterstützt durch die Form der Bahnhofperrons, welche so hoch über den Schienen liegen, daß von außen her unmittelbar der Boden des Coupés betreten wird. Gleichwohl hat man sich auch in England vielfach von dem unbequemen Coupéwagen emancipirt und dieselben fast ausschließlich in den Dienst des Localverkehrs gestellt, während für den Fernverkehr allmählich die Pullman'schen Salon- und Familienwagen in Aufnahme kamen. Im Uebrigen sind die englischen Personenwagen durchaus keine Muster von Eleganz und Bequemlichkeit, und steht der Wagenbau in Deutschland und Oesterreich auf einer bedeutend höheren Stufe.



Durchgangwagen II. und III. Classe für Secundärbahnen mit Normalspur.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: »Düsseldorfer Eisenbahnbedarf«.)

Der Intercommunicationswagen ist amerikanischen Ursprungs und entspricht den dortigen Verhältnissen, wo verschiedene Classen und getrennte Abtheilungen für Raucher und Nichtraucher nicht üblich sind. Zu beiden Seiten des ungefähr in der Mitte laufenden Ganges sind die Sitzplätze angeordnet, je nach der Ausstattung entweder mit Leder überzogen, oder aus Rohrsesseln beziehungsweise Holzbänken bestehend. Die Intercommunicationswagen haben sehr lange Kasten ohne seitliche Thüren, da mit Benützung von Plattformen an den Stirnseiten der Wagen eingestiegen wird. Die Kasten ruhen auf zwei vierräderigen Truckgestellen, welche den Wagen eine große Schmiegsamkeit in den Curven und einen ruhigen Gang verleihen. Ihre Nachtheile sind: das große Gewicht im Verhältnisse zur Zahl der Sitzplätze, die überdies durch den Gang stark beengt werden, und die Unruhe, welche in solchen Wagen in Folge des Aus- und Einsteigens der Reisenden herrscht.

Die Intercommunicationswagen weisen übrigens kleine Abweichungen von den ursprünglichen Typen auf, indem sie mitunter durch Querwände in Coupés eingetheilt sind, einen kurzen Kasten aufweisen und in Folge dessen nicht auf Trucks, sondern auf festen Achsen (meist 3) ruhen. In Deutschland und Oesterreich sind solche Wagen fast ganz auf die Flügel- und Localbahnen verwiesen worden.

Die ursprünglich nach dem Coupésysteme gebauten deutschen Wagen nähern sich in neuerer Zeit durch Anbringung von Mittel- und Seitengängen mehr dem amerikanischen Intercommunicationssysteme. Die Wagen sind länger als die englischen und kürzer als die amerikanischen und wurden früher häufiger als in der Neuzeit durch drei Achsen unterstützt. In der Schweiz sind dreiachsige Wagen noch immer sehr verbreitet und sind sogar die neuesten Wagen nach diesem Modell gebaut, jedoch mit lenkbarer Mittelachse, da steife Mittelachsen das Durchfahren der Curven sehr erschweren. Wir kommen auf diesen Sachverhalt in dem Capitel über die Garnituren ausführlich zurück.

Die Wagen gemischten Systems, d. h. solche mit Coupéeintheilung, aber seitlichem Verbindungsgange, in dem die Thüren des Coupés münden, sind unstreitig die zweckmäßigste Anordnung und bei den Reisenden sehr beliebt. Sie verbinden den Vortheil der Abgeschlossenheit der Coupéwagen reinen Systems mit der größeren Beweglichkeit, welche das Intercommunicationssystem gestattet und bieten durch die Einbeziehung von Toiletteräumen größere Bequemlichkeit, als sie irgend eine andere Wagentype zu bieten vermag. Da die Anbringung des Seitenganges, bei Festhaltung an den herkömmlichen Abmessungen der Sitzplätze, eine größere Breite des Wagenkastens zur Folge hat, sind an den Fenstern Vorrichtungen angebracht, welche ein Hinausbeugen verhindern sollen, da alle über die Breite des Wagenkastens vorspringenden Theile gefährdet sind.

Die innere Einrichtung der Personenwagen ist, von ihrer Untertheilung nach Classen abgesehen, sehr verschieden. Was die erstere anbelangt, führen die amerikanischen Züge beispielsweise nur eine Wagenclasse, während sonst allgemein drei Classen, in manchen Ländern sogar vier Classen üblich sind. Wagen IV. Classe haben keine Sitzplätze. Was die Ausstattung der einzelnen Classenabtheilungen anbelangt, herrschen in den verschiedenen Ländern sehr abweichende Ansichten über das Maß der aufzuwendenden Fürsorge und Eleganz. Die geringsten Ansprüche machen die Amerikaner, obwohl die von Pullman in Verkehr gesetzten Extrawagen — als Schlaf-, Salon- und Speisewagen — prachtvolle Inneneinrichtung und größten Comfort aufweisen, und solche Wagen von begüterten und vornehmen einheimischen und fremdländischen Reisenden mit Vorliebe benützt werden. Die englischen und französischen Wagen nehmen eine Mittelstufe ein, während die deutschen und österreichischen Wagen, und, was die höheren Classen anbelangt, neuerdings die russischen und schweizerischen Wagen, sich einer wahrhaft luxuriösen Ausstattung befleißigen. Vielleicht ist man hier in der Befriedigung der Bedürfnisse des reisenden Publicums zu weit gegangen, und zwar bedauerlicherweise meist nur zu Gunsten der Passa-

giere I. Classe, während die III. Classe, welche der Natur der Sache nach den größten Procentsatz der Reisenden aufweist, noch vielfach sehr stiefmütterlich daran ist.

Hand in Hand mit der luxuriösen Ausstattung, welche das Publicum verwöhnt hat, geht das Bestreben des letzteren dahin, sich möglichst zu isoliren, was eine schwache Besetzung der einzelnen Plätze zur Folge hat, insbesondere bei den Schnellzügen, welche sich demgemäß nicht rentiren, da die Selbstkosten nicht gedeckt, sondern durch den Güterverkehr mitbezahlt werden. Eine weitere ungünstige Ausnützung der Sitzplätze ergiebt sich aus der Untertheilung der einzelnen Classen in Coupés für Raucher und Nichtraucher und in solche für Frauen. Um allen diesen Anforderungen zu entsprechen, sind die Bahnleitungen gezwungen, eine verhältnißmäßig große Zahl von Wagen in Bereitschaft zu halten und alle Kategorien in einen Zug einzustellen. Durch die Einführung sogenannter »gemischter Wagen« mit Coupés I. und II. beziehungsweise II. und III. Classe ist man der ökonomischen Ausnützung der Wagenräume um einen Schritt näher gerückt, doch ist das Ergebniß noch lange nicht befriedigend.

Auffällig ist es, daß trotz des Luxus, dem Constructeure und Bahnverwaltungen Eingang verschafft haben, noch immer vielfach die Bequemlichkeit dem äußerlichen Prunk hintangesetzt wird. So hat man beispielsweise künstliche Einrichtungen getroffen, welche ermöglichen, die Sitze in Schlafstätten umzuwandeln. Solche Liegestätten sind aber durchaus nicht bequem und man muß bereits im Reiseverkehr stark »abgerollt« worden sein, um sich mit jener Einrichtung zufrieden geben zu können. Die Polsterungen werden vielfach faltig hergestellt, wodurch sie zu den ärgsten Staubbehältern werden. Glatte Bezüge lassen sich viel leichter rein halten und sind demgemäß in hygienischer Beziehung den gefalteten vorzuziehen. Am geeignetsten ist dichtes Tuch, am ungeeignetsten Plüsch. Dem Decorationsbedürfnisse kann durch gemusterte, aber glatte Stoffe Genüge geleistet werden.

Sehr stiefmütterlich wird, wie bereits erwähnt, die III. Classe behandelt. Daß die harten Sitzplätze dieser Wagenclasse Bequemlichkeit bieten, wird Niemand behaupten wollen. Sie unterstützen den Körper nicht genügend, der Kopf kann nirgends angelehnt werden, die Vorderkante der Sitze ist häufig nicht abgerundet, was die Kniemuskeln sehr ermüdet. In der II. Classe ist es besser bestellt, obwohl auch hier die Vorderkante der Polstersitze häufig zu hart ist, wenn es auch principiell von Vortheil ist, wenn der Sitz eine gewisse Steifheit besitzt. Bei der Polsterung beziehungsweise Wölbung der Rücklehne wird sehr oft nicht darauf Rücksicht genommen, daß der gefederte Sitz beim Platznehmen um ein bedeutendes Maß einsinkt, wodurch Sitz und Lehne in ein Verhältniß zueinander kommen, welche der Körperlage nicht entspricht. Auf solch' schlecht construirten Sitzen ruht man nicht aus und vermeidet nach Thunlichkeit das Anlehnen. Ueberdies sind die Ohrpolster vielfach so hart, daß sie Schmerzen verursachen, mitunter sind sie so hoch

angebracht, daß eine mittelgroße Person mit dem Kopf nicht hinanreicht und höchstens der oberste Kopftheil mit der Schläfe eine Stütze findet. Man bekommt in Kürze einen steifen Hals, die harte Unterlage macht jede Erschütterung des Wagens fühlbar und der Schluß ist ein Taumelzustand, der nur durch zeitweiliges Hinauslehnen beim Fenster beseitigt werden kann.

Nicht wesentlich besser ist es mit den Ellbogenklappen und Eckstützen bestellt. Sie sind entweder hart oder so schmal, daß sie von zwei nebeneinander Sitzenden nicht gleichzeitig benützt werden können, oder sie liegen so tief, daß der Körper zur Seite neigen muß, um dem Unterarme die erwünschte Stütze zu bieten. Alle diese Mißstände ermüden und führen zu Mißmuth. Auch bezüglich der Länge der Bogenklappen sollte ein praktisches Mittelmaß eingehalten werden. Sind sie zu kurz, so unterstützen sie den Unterarm schlecht; sind sie zu lang, so müssen die Ohrkissen übermäßig hoch angebracht werden, da sich sonst die Ellbogenstützen nicht aufklappen lassen. Feste Ellbogenstützen, welche es unmöglich machen, unbesetzte Sitze als Liegestätte zu benützen, kommen bei den neuesten Typen wohl nicht mehr vor, finden sich aber noch vielfach in Wagen älterer Constructionen.

Von besonderer Wichtigkeit sind die Vorrichtungen für Ventilation, Beleuchtung und Beheizung. Da die letzteren zwei — gleich den Bremsen und Nothsignalen — der ganzen Garnitur gemeinsam sind, kommen dieselben bei Behandlung dieses Gegenstandes zur Sprache.

Was die Ventilation anbelangt, sind folgende Vorrichtungen in Anwendung: Feststellbare Thürfenster, Luftschieber oberhalb der Thüren und Seitenfenster, diagonal an den Seitenwänden angebrachte Knierohre, Deflectoren und Exhaustoren, kastenförmige Ventilationsaufsätze am Wagendache. Die ausgedehnteste Anwendung haben bisher die über den Thüren und Fenstern der Coupés angebrachten verstellbaren Luftschieber gefunden; sie werden aber durch die Kohlenasche der Locomotive stark verunreinigt und sind selten recht gangbar. Durch die geöffneten Klappen dringen sehr viele solcher Schmutztheile in den Wagen und verunreinigen die Mittelsitze erheblich. Nur bei starkem Seitenwind ist das weniger fühlbar, in diesem Falle wird aber nicht gelüftet, weil es die Fugen im Wagen reichlich genug thun und leicht zu viel Zugluft entsteht. Bei schwachem Wind und stillem Wetter zieht der Rauchschwaden von der Locomotive über den Zug, je nach den Wendungen desselben in den Bahnkrümmungen bald die eine, bald die andere Seite der Wagen bespülend.

Dieser Uebelstand tritt namentlich bei den Dachaufsätzen der modernen langen Durchgang- und Extrawagen hervor, indem erstere mit ihren Ecken vortreffliche Fangvorrichtungen für Rauch, Ruß und Kohlenasche abgeben, da letztere seitlich nicht gut ausweichen können und durch die Oeffnungen in den Wagen eindringen. Man kann also diese Einrichtung als gute Lüftung nicht bezeichnen. Erheblich besser ist die seitliche Lüftung über den Fenstern, nur muß sie groß genug sein. Der über den Zug streichende Rauch wird von den Dachflächen der Wagen so

weit abgelenkt, daß er durch die Seitenöffnungen nicht eindringen kann. Die Dachaufsätze dienen zugleich dazu, Oberlicht eindringen zu lassen, was aber in nur unvollkommener Weise erreicht wird. Die Fensterklappen werden in Kürze durch Rauch und Ruß derart verschmiert, daß der durch sie angestrebte Zweck vereitelt wird. Man ist daher neuerdings bestrebt, möglichst hohe und breite Fensteröffnungen herzustellen, über denen noch immer Raum genug übrig bleibt, um Lüftungsschieber oder Klappen anbringen zu können.

Zu der Ausstattung der heutigen Durchgangwagen gehören noch die Reinlichkeitseinrichtungen — Toilette und Anstandsort. Ihre Unterbringung in einem und demselben Raume ist allerdings keine glückliche Anordnung, jedoch aus Raumrücksichten geboten. So vortheilhaft nun diese Einrichtungen sind, so weiß dennoch jeder Reisende, daß in diesen Räumen nicht Alles klappt. Auf manchen Bahnen



Schlafwagen der preußischen Staatsbahnen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz.)

findet man Waschwasser so selten, wie in der arabischen Wüste. Alle Bemühungen, dem Hahne einen Tropfen des köstlichen Naß zu erpressen, sind vergeblich. Da das Waschwasser zugleich zur Durchspülung des Abortschlauches dient, bedingt dessen Mangel eine anstandswidrige Verunreinigung des letzteren.

Für die Wände und Decke wird theils Holzgetäfel, theils Woll- oder Seidenrips, seltener Wachstuch verwendet, doch ist das letztere, wie bereits hervorgehoben, vom hygienischen Standpunkte das empfehlenswertheste. Holztäfelung verursacht beim Fahren etwas dumpfes Geräusch und sollen die Ueberplatten mit Tuch unterlegt sein. Für die Decke, dessen Ueberzug beim deponiren des Gepäcks häufig beschädigt wird, bedient man sich vorzugsweise lichten Holzgetäfels bei einfacher Profilirung der Dachbögen und Fournirung derselben. Fenster, welche in den Falzen nicht mit Kautschuk oder Tuchstreifen gefüttert sind, verursachen ein unaufhörliches, nervenstörendes Geklirr.

Die Thüren versichert man durch ringsum angeheftete Filz-, Kautschuk- und Sammtstreifen gegen den Luftzug; innen sind Leisten vor dem Charnierspalt, gegen

das Einklemmen, in ganzer Höhe bei allen Classen unerläßlich. Das häufige Werfen (Verziehen) der Thüren rührt von nassem Holz, zu schwachen Friesen oder unzureichendem Eisenbeschlage her; man macht sie daher möglichst stark, belegt die offene Kante der ganzen Breite nach mit Façoneisen; damit sie nicht allein an den Charnieren und am Schloßriegel hängen, wird im Spalte an der Schloßseite eine conische Leiste, an der Thüre eine correspondirende Nuth angebracht, welche bei verschlossener Thüre sich ineinanderfügen. Zum Reinigen des in den Fensterspalt gefallenen Staubes oder Unrathes wird innen unten eine mit dem Wagenschlüssel verschließbare Klappe angebracht. Jede Thüre soll mindestens zwei Verschlüsse haben, und zwar den Drucker (auch von innen zu handhaben) und das von außen mit dem hohlen Dornschlüssel zu öffnende Schloß. Es ist jedoch zweckmäßig, einen dritten Verschluß in Form eines drehbaren Reibers außen so anzubringen, daß er von innen aus durch das geöffnete Fenster mit ausgestrecktem Arme eben noch erreicht werden kann. Bei der steten Eile der Bedienungsmannschaft werden die Thüren, damit sie gleich sicher schließen, mit einer gewissen Wucht zugeschlagen, was bei den oft anhaltenden Personenzügen, namentlich Nachts, für die ruhebedürftigen Fahrgäste sehr unangenehm ist. Eine ausreichend schalldämpfende Auskleidung der Thüröffnungen mit Filz oder anderen Stoffen würde diese Uebelstände wirksam vermindern.

Es ist selbstverständlich, daß die verschiedenartigen technischen und künstlerischen Erzeugnisse nicht ohne Einfluß auf den Wagenbau geblieben sind. Seit einiger Zeit wetteifern Bahnverwaltungen und Constructeure in der Ausnützung der diesfalls vorhandenen reichen Hilfsmittel. Hervorzuheben sind vor Allem die Erzeugnisse der Wagenbauanstalten von Van der Zypen & Charlier (Köln-Deutz) und R. Ringhoffer (Prag-Smichow), welche neben ihrer großen Leistungsfähigkeit viel Geschmack bekunden und wo die Gelegenheit geboten ist (z. B. bei den Hofwagen), den größten Luxus entfalten.

Mit Hilfe der erstgenannten Firma hat neuester Zeit insbesondere die Eisenbahndirection Frankfurt a. M. der preußischen Staatsbahnverwaltung bei Ausstattung von den drei Classenabtheilungen eine recht erfreuliche bahnbrechende Umgestaltung der herkömmlichen Normalwagen vorgenommen. Zeigen schon die constructiven Theile der Wagen einen bedeutenden Schritt zur Besserung hinsichtlich des geräuschloseren und bequemeren Fahrens und sichereren Beförderung der Reisenden, so hat die Innendecoration einen noch größeren Fortschritt gemacht. Die neuen Wagen I. und II. Classe haben Mobilien und Thüren aus Nußholz, alle Beschläge an Thüren, Sitzplätzen, Fensterrahmen, Constructionstheilen, Ventilations- und Beleuchtungsobjecte sind in vergoldeter Bronce hergestellt. Sitz- und Wandbekleidung bis zur Fensterbrüstung sind in blaugrünlichem beziehungsweise bräunlichem gepreßten Wellplüsch, die obere Wandbekleidung in dazu gestimmten Seidenstoff ausgeführt. Die Decken zeigen in Oel gemalte Luftpartien. An den Kopfenden der Sitzplätze sind unter Politur ausgeführte ornamentale Malereien

auf Ahornfournier angeordnet. Die Sitzeinrichtung ist mit Mittelgang bewerkstelligt, damit ein bequemerer Verkehr der Reisenden unter sich stattfinden kann, wie denn überhaupt rücksichtlich der Bequemlichkeit weitgehendste Vorsorge getroffen ist. Der sich streng dem Normalprofil anschließende Wagenoberbau hat jede Möglichkeit ausgenützt, die eine vortheilhafte Verwerthung des gewonnenen Raumes zuläßt. Mit Gegengewichten versehene große Fenster, vor denen je ein Klapptischchen angebracht ist, gestatten einen freien Umblick. Die Scheiben sind mit Randornamenten geziert, Vorhänge sind im Stoff und der Farbe der oberen Wandverkleidung ausgeführt. (Vgl. Bild Seite 16.)

Das Bestreben der Bahnverwaltungen, dem Publicum das Reisen so angenehm als möglich zu gestalten, verlieh dem Wagenbau neue Impulse, welche von



Salonwagen der Gotthardbahn.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen.)

einer Reihe hervorragender Constructeure durch Geschmack und Erfindungsgabe unterstützt wurden. Zur Beseitigung der leiblichen Bedürfnisse der Reisenden trat zunächst die internationale Schlafwagen-Gesellschaft ins Leben, welche auf den großen europäischen Transitlinien für den durchgehenden Verkehr Schlafwagen in die regelmäßig verkehrenden Züge einstellte. Der Anklang, welche diese Einrichtung gefunden, veranlaßte eine Erweiterung derselben, indem nun auch — ganz nach amerikanischem Muster — Speise- und Salonwagen nach Pullman'schem System in Verkehr gesetzt, beziehungsweise ganze Züge unter der Bezeichnung »Expreßzüge« der Benützung des anspruchsvolleren Publicums zugeführt wurden. Solche Züge laufen Kraft der mit den betreffenden Bahnverwaltungen abgeschlossenen Verträge auf mehreren europäischen Hauptlinien und erfreuen sich hinreichenden Zuspruches, um das Unternehmen zu rentiren. Nach und Nach sahen sich indes einzelne Bahnver-

waltungen veranlaßt, für ihren eigenen Bedarf Extrawagen einzustellen. Den Anfang machten die Salonwagen, welchen die Schlafwagen folgten. Neuester Zeit sind auch Speisewagen schnellfahrenden Zügen im durchgehenden Verkehr einverleibt worden.

Neben diesen Neuerungen ist eine andere zu verzeichnen, welche mit dem Ausbau der Gebirgsbahnen im Zusammenhange steht. Um den Reisenden den Genuß einer Gebirgsfahrt möglichst ungeschmälert zu vermitteln, werden auf vielen Strecken eigens zu diesem Zwecke gebaute Wagen — sogenannte »Aussichtswagen« — den Zügen angehängt. Ihre Anordnung ist verschieden, doch kommen sie alle ihrer Bestimmung: eine möglichst freie Uebersicht auf die durchfahrende Gegend zu gestatten, dadurch nach, daß thunlichst viele und große Fenster angebracht werden,

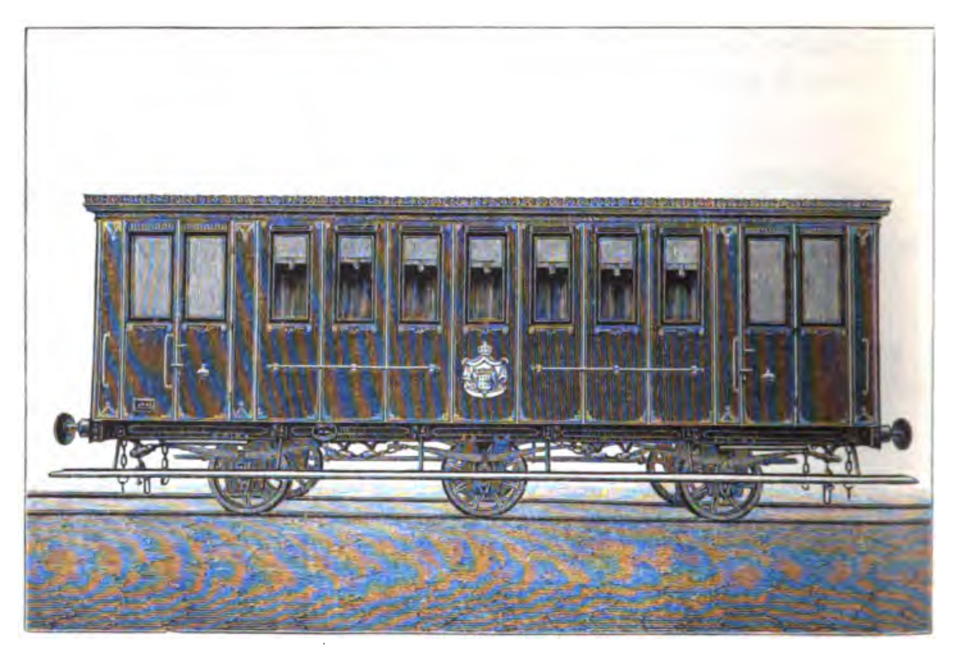


Galleriewagen I. Classe der Brünigbahn (Schweiz), Spurweite 1 Meter.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen.)

so daß der obere Theil des Kastens eigentlich nur aus Oeffnungen und den sie gliedernden Streben und Säulchen besteht. Die rückwärtige Stirnwand ist gänzlich freigelegt, jedoch für den Bedarfsfall (bei schlechtem Wetter, in Tunnels 2c.) durch große Fensterrahmen zu schließen. Verschieden von dieser Anordnung sind die auf der Gotthardbahn verkehrenden Salonwagen, welche aus einer geschlossenen und einer offenen Abtheilung bestehen. Die Ausstattung ist von größter Eleganz, die Eintheilung der Räumlichkeiten sehr bequem. Ein Wagen dieser Art ist nebenstehend abgebildet. Auf der Brünigbahn rollen seit neuester Zeit Aussichtswagen von ganz eigenartiger Anordnung. Sie unterscheiden sich von den gewöhnlichen Personenwagen nur durch eine seitlich angebrachte, ganz offene, durch ein entsprechend hohes Geländer abgegrenzte Gallerie, welche einen ideal vollkommenen Ueberblick auf die vom Zuge durchfahrenen Strecken gestattet. Auf Secundärbahnen, welche Gebirgsgegenden durchziehen, pflegt man ein Stirncoupé I. Classe durch

Freilegung der rückwärtigen Stirnwand dem durch die Aussichtswagen angestrebten Zweck dienstbar zu machen. Mitunter werden auch die Plattformen etwas geräumiger gemacht, mit Geländern versichert und den Reisenden zur Benützung überlassen. Auf amerikanischen Bahnen sind solche an den Salonwagen angebrachte Plattformen sehr beliebt.

Die Krone der modernen Waggonausstattung bilden die Salonwagen für fürstliche Persönlichkeiten und die Vehikel der Hofzüge. Hier ist Alles aufgewendet, was technisches Können, kunstgewerblicher Geschmack und Luxus zu leisten ver-



Fürstlicher Salonwagen älterer Construction.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Nürnberger Maschinenbau-Actiengesellschaft.)

mögen. Von Außen in den seltensten Fällen besonders auffällig, wendet man auf der Innenausstattung die denkbar größte Sorgfalt in Bezug auf Behaglichkeit und Eleganz, welch' letztere vielfach ans Prunkhafte streift, zu. Nichts was Kunst und gewerbliche Technik zur behaglichen Ausstattung der Wohnräume aufbieten, bleibt von den Constructeuren unbeachtet, um es zweckentsprechend zu verwerthen. So gestaltet sich das Innere solcher Wagen zu wahren Prachträumen, und nicht mit Unrecht hat man sie als »fahrende Paläste« bezeichnet. Großes haben in dieser Beziehung die Waggonbauanstalten von J. Ringhoffer in Smichow (Prag) und die Waggonfabrik in Breslau in der Ausführung und Zusammenstellung des österreichischen beziehungsweise deutschen »Kaiserzuges« geleistet. Ebenbürtig diesen Leistungen sind jene der Firma Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz,

J. Rathgeber in München, der Waggonfabrik zu Oldbury in England, welche derlei Vehikel vorwiegend für exotische Fürstlichkeiten baut, u. a. m.

Das beigegebene Vollbild giebt eine ungefähre Vorstellung von der luxuriösen Ausstattung der Hofwagen. Derselbe enthält zunächst einen Empfangs- beziehungsweise Vorraum, aus welchem man in den Salon gelangt. Die mäßigen Abmessungen von 2·85 zu 3·55 Meter mußten natürlich zu großen Beschränkungen führen, so daß die Einrichtung der Hauptsache nach aus zwei vergoldeten Bronzekaminen, einem als Ruhebett eingerichteten Sopha, Klapptisch, Sessel und Prunkschränkchen besteht. Die rechts von dem letzteren sich befindliche Thür führt nach dem Schlafgemache mit Bettstatt, Fauteuil und den sonstigen üblichen Bequemlichkeiten. Aus diesem Gelasse gelangt man nach dem Toiletteraum mit Closet, Waschvorrichtung, Toilettespiegel; Behältnisse für Toiletteartikel und dergleichen vervoll-



Salonwagen der Kaiserin Friedrich.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz.)

ständigen die Ausstattung. Ein Gang führt ferner vom Salon nach dem letzten Raume, dem Dienergelaß mit Kochvorrichtung. Es sind somit alle Gemächer unter sich in Verbindung, ohne daß ein Betreten des Schlafcabinets nothwendig würde.

Bezüglich der im modernen Renaissancestyl entworfenen Decoration sei erwähnt, daß sämmtliche Mobilien und sonstige aus Holz verfertigten Architekturtheile aus Nußbaumholz, theils matt, theils polirt, insbesondere im Salon- und Empfangsraume mit reichen Schnitzereien versehen, ausgeführt sind. Zur Wandbekleidung des Salons- und Empfangsraumes wurden im unteren Theile bis zur Brüstungshöhe der Fenster ein blaugrüner, schwerer, damascirter Seidensammt gewählt, während die oberen Theile mit tiefgelber Seide, die Decke mit hellgelber Rohseide bekleidet ist. Die einzelnen Wandfelder sind von einer Lisenenanordnung eingefaßt, die dem Gerüstaufbau des Waggons entspricht, während die Feldertheilung der Decken durch vergoldete Bronzeleisten gebildet wird. Das Schlaf- und Toilettegemach ist mit mattrothem Tuche ausgeschlagen. Für die Ruhebettausstattung

ist eine zur Wandbekleidung passende persische Teppichdrapperirung angewendet. Die Anordnung ist derart getroffen, daß die Einrichtung tagsüber als Divan benützt werden kann. Die Sitzmöbel sind im Salon und Empfangsraume im Tone der unteren Lambrisbekleidung, die des Schlafgemaches mit zum Ruhebett abgepaßtem Seidensammt überzogen. Die Glasscheiben des oberen Aufbaues sind farbig, diejenigen der Fenster mit reichen Randornamenten umrahmt; außerhalb der Fenster befinden sich Zugjalousien, innerhalb Springrouleaux und bis zum Fußboden reichende seidene Gardinen.



Schlafcoupé des Königswagens im rumänischen Hofzuge; anstoßend das Saloncoupé.

(Nach einer Photographie des Constructeurs: F. Ringhoffer in Smichow bei Prag.)

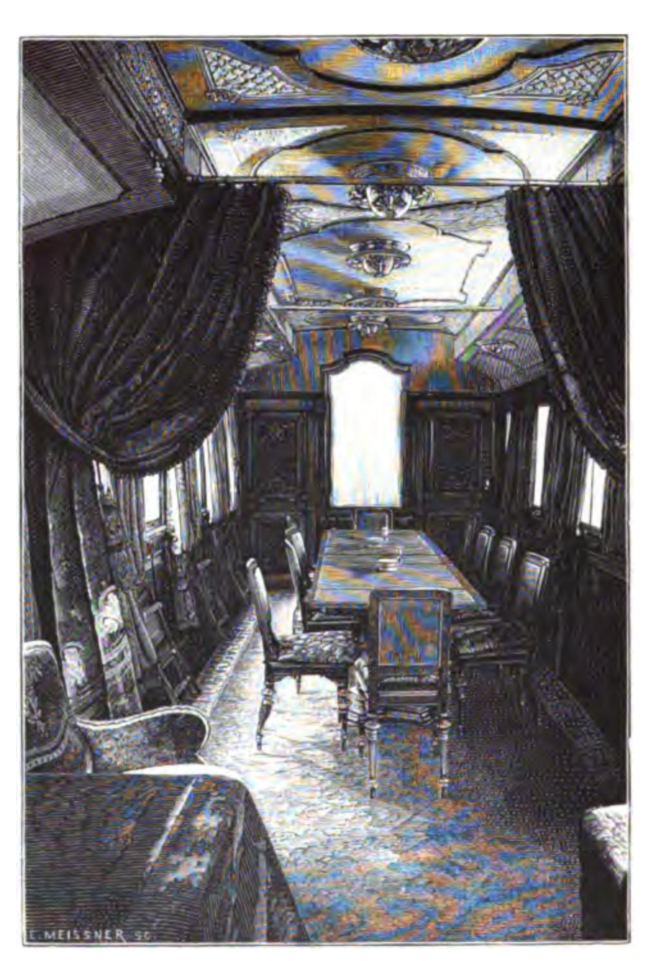
Eine recht anheimelnde Wirkung bietet die Ausstattung des Schlaf- und Toilettegemaches. Der warme rothe Ton der Wandbekleidung, die prächtige Holzfarbe und die in kleinen Farbenvarianten spielende Decoration des Ruhebettes, in Gemeinschaft mit den mäßig vertheilten Goldstaffirungen der Wand- und Deckenfelder, die Heizkörper und Beschlagstheile (Thür- und Fenstergriffe) zeigen dem Auge eine allseitig wohlthuende Ruhe, die dem mehr prunkhaft ausgestatteten Salon und Empfangsraume nichts nachgiebt. Selbstverständlich sind alle technischen Errungenschaften in Bezug auf Heizung, Beleuchtung, Ventilation, Wasserzufuhr, Closeteinrichtung, Brems- und sonstige Sicherheitsvorkehrungen in vollkommenster Weise ausgenützt, was auch rücksichtlich der constructiven Theile gilt, wodurch der Wagen einen äußerst ruhigen Gang hat und alle sonst sich bemerkbar machenden

Unzuträglichkeiten (Schienenstöße, Federschwingungen, Bremserschütterungen) so gut wie ganz entfallen.

Wir haben uns mit der Einrichtung dieses einen, vom Architekten P. Koch entworfenen, von der Firma Van der Zypen & Charlier gebauten Wagen deshalb eingehender beschäftigt, um dem Leser eine ungefähre Vorstellung von der inneren Ausstattung solcher Vehikel zu vermitteln. Die anderen beigegebenen Abbildungen dienen zur Vervollständigung des Gebotenen. Es sind dies Interieure des Hofzuges des Königs von Rumänien, Constructeur ist die Firma F. Ringhoffer in Smichow-Prag. Die eine Abbildung führt eine Abtheilung des »Königswagens« vor, die zweite die Anordnung des Speisewagens. Ersterer hat an seinen beiden Enden gedeckte Entrés, einen Salon mit zwei Divans, einem Tisch, vier Fauteuils und einem Schlafdivan. Vom Salon gelangt man in das (hier abgebildete) Schlafcoupé, welches zwei in Schlafstellen umzuwandelnde Divans, zwei Nachttische und zwei kleine Fauteuils enthält. Durch einen in der Mitte befindlichen Doppelvorhang kann dieser Raum in zwei Schlafcoupés eingetheilt werden.

In dem anstoßenden Toiletteraum befindet sich ein Waschtisch mit zwei Luvetten, gegenüber ein Spiegel mit Consoltischchen. Aus diesem Gelasse führt eine Thür zum Closet, eine andere in den Corridor, in welchen die Thür des Gelasses mündet, welches den Wärmewasser-Heizapparat enthält, und jene der Garderobe mit Fauteuils (welche in Schlafstellen umgewandelt werden können) und zwei großen Gepäcksschränken.... Das Innere des Speisewagens, welcher auf drei Achsen ruht, ist 10·5 Meter lang und 7·8 Meter breit, und hat ein gedecktes Entré, einen Rauchsalon, welcher durch einen Doppelvorhang vom Speisezimmer getrennt ist, und ein Buffet. Die Zusammenstellung solcher Hofwagen in ganze Züge (»Hofzüge«) erfordert abweichende Einrichtungen der einzelnen Vehikel, je nach dem Range der Personen, für die sie bestimmt sind, und dem Zwecke, welchem sie dienen sollen. Ein solcher Zug besteht demgemäß aus einem Dutzend und mehr Wagen, z. B. aus Salon- und Schlafwagen für die Allerhöchsten Herrschaften, Suitensalonwagen und Suitenschlafwagen, Dienerwagen mit und ohne Separatcoupés für Hofbeamte, Speisewagen und Küchenwagen, Gepäck und Conducteurwagen. Zur Erzielung möglichst ausgiebiger Schalldämpfung werden die Wände und die Decke mit doppelten Verschalungen von weichem Holze versehen, über welcher mehrfache Lagen von Cellulose o. dgl. angebracht werden; die innere Wagenseite wird außerdem mit starker Segelleinwand und einer dicken Lage von Filz verkleidet. Der äußere Ueberzug des Wagenkastens besteht aus Blech. Der Fußboden, durch welchen das meiste Geräusch in die Coupés dringt, erhält eine doppelte oder dreifache Holzverschalung und zwischen derselben wieder je mehrere Lagen von Cellulose o. dgl. Der obere Fußboden erhält mitunter einen Bleibelag, auf welchem Filz stärkster Sorte zu liegen kommt, auf diesem Linoleum und schließlich schwere Teppiche. Außerdem werden behufs elastischer Auflagerung zwischen Untergestell und Wagenkasten Kautschukeinlagen angebracht.

Die Fenster sind von feinstem Spiegelglas, meist mit Gegengewichten zum zwanglosen Auf- und Niederlassen eingerichtet, wodurch dieselben in jeder beliebigen Höhe stehen bleiben. Die Fenster können eventuell entfernt und durch Jalousien ersetzt oder mittelst aufziehbarer Blenden verdeckt werden. Große Sorgfalt wird selbstverständlich auf Beheizung, Ventilation und Beleuchtung — letztere in den neuesten Hofwagen elektrisch — gelegt, sodann auf die Sicherheitsvorkehrungen, als Bremsen, Nothsignale u. s. w.



Inneres des Speisewagens im Hofzuge des Konigs von Rumänien.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: F. Ringhoffer bei Smichow in Prag.)

Die Möbel und Wände der Gala- und Suitewagen sind mit den feinsten Stoffen, die Sitze der Dienerwagen mit Leder überzogen, die Wände der letzteren mit dessinirten Wachstuchtapeten verkleidet. Zur Decorirung der Decken in den Salonwagen wählt man glatte oder gemusterte Seidenstoffe, reich geschnitzte Karniesen, Goldborten u. s. w. Vorhänge werden aus schwerem Grosgrain mit Crepinen, Moosfransen, Quasten, Agraffen u. dgl. ausgestattet. Die sichtbaren Theile sind meist in Nußholz, matt oder polirt hergestellt, für die Füllungen der Täfelungen verwendet man in neuester Zeit mit Vorliebe das schöne amerikanische Vogelaugen-Ahornholz. Die Beschläge in den Gala- und Suitewagen sind reich vergoldet, jene der Dienerwagen aus Bronze. Bezüglich der Einrichtung der Gelasse mit Möbeln, Spiegeln, Lampen und Luxusgegenständen ist der Phantasie des Constructeurs und der Kunst der gewerblichen Hilfskräfte ein weiter Spielraum gesteckt, der nach Maßgabe der aufzuwendenden Kosten in innerhalb weiteren oder

engeren Grenzen liegt. Der Speisewagen erhält einen von ihm getrennten aber durch breite Thüren bequem zugänglichen Buffetraum, der Küchenwagen ist mit Kochherd, Anrichtetisch, Geschirrkästen und Eisschränken, Gefäßen für Nutzwasser, Ausgußvorrichtung und Behälter für Brennmaterial, und außerdem mit einer wirksameren Ventilationsvorrichtung versehen. Für Hofköche wird ein Separatcoupé mit daranstoßendem Toilette- und Closetraum angeordnet. Die Küchenbeiwagen

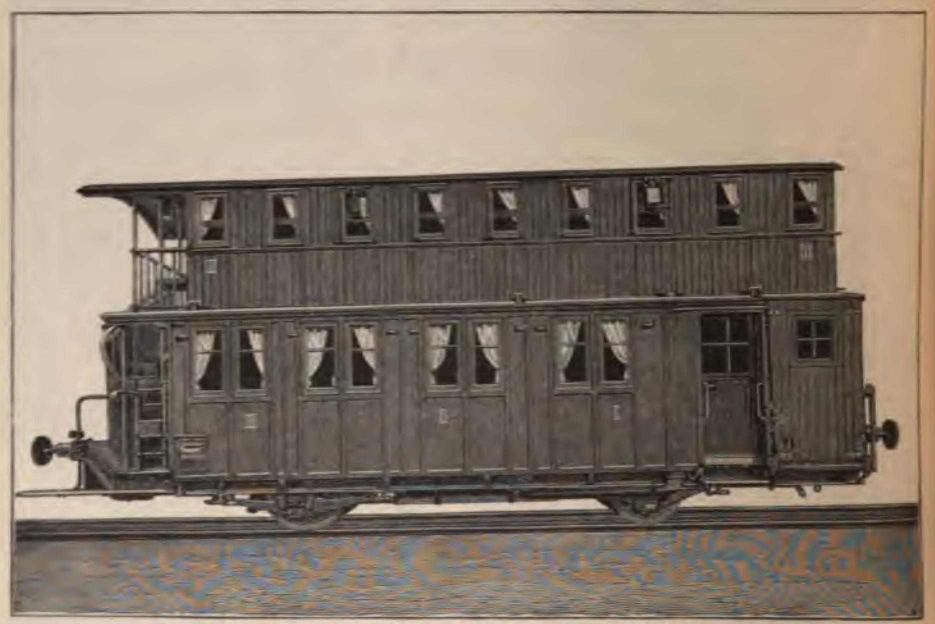


Salonwagen eines indischen Fürsten.

werden im Allgemeinen so eingerichtet, daß sie Gepäcksräume mit Geschirrkisten, Kasten für lebendes Geflügel und zurückklappbare Betten für das Küchenpersonale enthalten. Die Anordnung weicht natürlich da und dort ab. Wenn der disponible Raum das Verladen von größeren Collis gestattet, werden an den Seitenwänden Schubthüren angebracht. Im Gepäckwagen werden getrennte Räume für das Gepäck, den Inspectionsbeamten, den Conducteur, und ein Cabinet mit Toilette und Closet angeordnet.

Was die Personenwagen im Allgemeinen anbelangt, ist noch Einiges über die Unterbringung des Zugbegleitungspersonales nachzutragen. Die neuesten Con-

structionen enthalten durchwegs kleine Cabinete, in welchem die Conducteure, soferne sie nicht dienstliche Functionen verrichten, sich aufhalten. Bei den Coupéwagen sind solche Räume nicht vorhanden und treten an ihrer Stelle die an der einen Stirnseite der Wagen angebrachten sogenannten »Hütteln«, welche mittelst einer Treppe bestiegen werden. Es sind hochliegende, durch eine Thüre verschließbare Kästen, mit Fenstern auf allen Seiten, um einen möglichst freien Ausblick zu gestatten, und einem gepolsterten Sitze. In den neuen Wagen mit Seitengang sind die Hütteln von innen zugänglich.



Etagenwagen (System Thomas) der hessischen Ludwigsbahn.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Nürnberger Maschinenbau-Actiengesellschaft.)

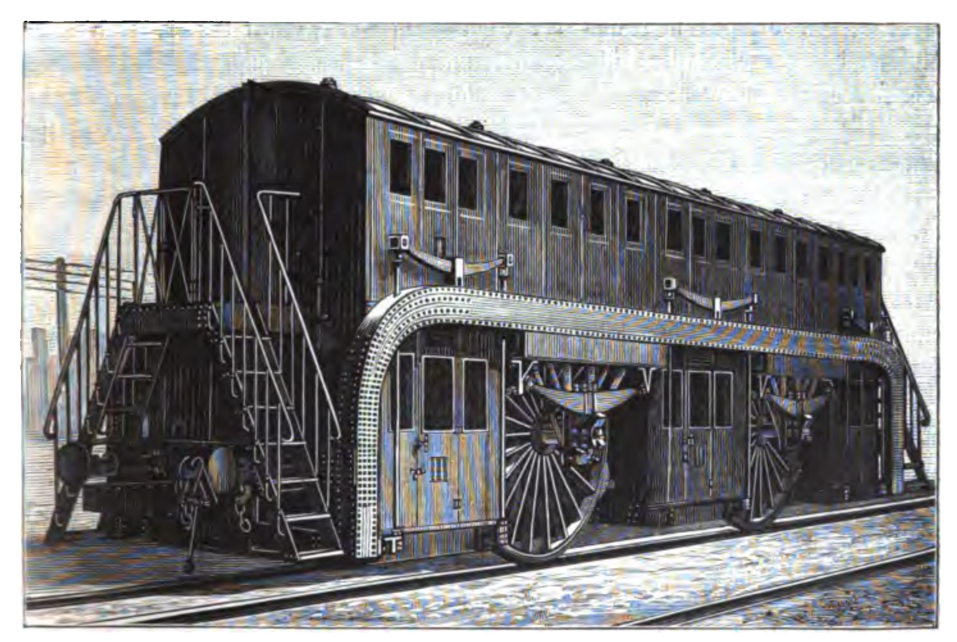
Während bei Conducteur- und Bremserhütten die ganze Kastenlänge ausgenützt werden kann, geht bei Anordnung von Plateaus ungefähr der Raum eines halben Coupés verloren. Die Anwendung solcher Bremserplattformen wird demnach immer seltener, nicht nur weil sie nutzbaren Raum beanspruchen und die Uebersicht des Zuges erschweren, sondern weil die Einführung der durchgehenden Bremsen die vorstehende Anordnung überhaupt entbehrlich macht. Allerdings führen viele Wagen mit durchgehenden Bremsapparaten auch Vorrichtungen, welche die Handhabung der Bremse für jeden einzelnen Wagen gestatten. Da alle diese Einrichtungen einem späteren Abschnitte vorbehalten sind, kann auf dieselben hier nicht näher eingegangen werden.

Zu den außergewöhnlichen Constructionen zählen noch die Etagenwagen. Sie finden nur auf Nebenlinien mit geringer Fahrgeschwindigkeit Anwendung und



Die Brücken-Katastrophe bei Mönchenstein in der Schweiz
(14. Juni 1891).

kommt ihnen der Vortheil einer besonders rationellen Ausnützung der Sitzplätze zu. Die nebenstehende Abbildung führt einen solchen Wagen der bayerischen Ludwigsbahn vor. Neuerdings ist übrigens der Versuch angestellt worden, Etagenwagen auch in den Schnellverkehr einzuführen, doch handelte es sich bei diesen Constructionen weniger um die Ausnützung des Sitzraumes, als vielmehr um die Erfüllung einer Bedingung, welche mit dem Schnellverkehr selbst eng zusammenhängt. Der Leser hat aus unseren Mittheilungen über den Locomotivbau erfahren, daß die gesteigerten Ansprüche an die Bahnen rücksichtlich der Fahrgeschwindigkeit besondere Anordnungen an den Locomotiven nothwendig machte. Vor Allem mußte



Estrade's Etagenwagen für Schnellzüge.

man die Treibräder vergrößern, damit dieselben bei jeder Umdrehung, d. i. bei jedem Kolbenhub der Maschine, eine größere Wegstrecke durchrollten. Zu diesem Zwecke erhielten die Räder 2 bis $2^1/_2$ Meter Durchmesser. Auf die anderen Anordnungen — die größere Dimensionirung der Kessel u. s. w. — brauchen wir nicht wieder zurückzukommen.

Es ist einleuchtend, daß bei schnellfahrenden Zügen die Stabilität der Fahrzeuge erhöht wird, wenn sie entsprechend schwerer sind, ohne daß sie ein gewisses Maß des zulässigen Gesammtgewichtes überschreiten, da diesfalls wieder verschiedene Nachtheile damit verbunden wären. Was aber bisher nicht erwogen wurde, betrifft den relativ kleinen Durchmesser der Wagenräder, welche bei großer Fahrgeschwindigkeit außerordentlich schnell rotiren, was aus mehrfachen Gründen bedenklich ist.

Indes hat die Praxis des Betriebes schwerwiegende Unzuträglichkeiten nicht ergeben. Gleichwohl hat sich ein Constructeur — der Pariser Mechaniker Estrade — veranlaßt gesehen, eine Wagentype aufzustellen, welche den vorstehend berührten Bedingungen gerecht werden soll. Der Construction kommt nur ein theoretisches Interesse zu, soll aber der Vollständigkeit halber an der Hand der beigegebenen Abbildung erläutert werden.

Da Estrade von der Annahme ausging, daß es zweckmäßig sei, den Wagen schnellfahrender Züge Räder von möglichst großem Durchmesser zu geben, mußte seine Construction eine ungewöhnliche Form erhalten. Die Anordnung in zwei Etagen ergab sich aus der Supposition, wenige, aber stark besetzte Wagen in Anwendung zu bringen und aus der Anordnung der großen Räder, welche den Aufbau des ganzen Kastens über denselben nicht zuließen. Demgemäß ist der untere Theil des Wagenkastens zwischen den Rädern angebracht. Da der Wagen als zweiachsig gedacht ist, ergeben sich drei, von einander vollständig isolirte Abtheilungen nach dem Coupésystem, während der über den Rädern und den unteren Abtheilungen liegende Wagenkasten nach dem Intercommunicationssystem construirt ist. Die Passagiere der unteren drei Abtheilungen steigen also durch seitliche Thüren ein, während die obere gemeinschaftliche Wagenabtheilung mittelst einer Treppe erreicht und an den Stirnseiten des Wagens betreten wird. Interessant ist die eigenthümliche Aufhängungsweise an drei großen, oberhalb des aus starken Blechen hergestellten Rahmens angebrachten Federn, deren jede mittelst zweier Zugstangen die herabhängenden drei Abtheilungen des Wagens halten, während die Federn, mittelst welchen der Wagenkasten auf den Achsen aufruht, nach herkömmlicher Art angeordnet sind. Seitens sachverständiger Techniker wird bezweifelt, ob die Vergrößerung der Räder wirklich zur Verminderung der Zugkraft, wie dies doch in der Absicht des Constructeurs liegt, beiträgt. Estrade will nicht mehr als zwei Wagen per Zug einstellen und mit einem solchen ungefährdet eine Geschwindigkeit von 120 Kilometer pro Stunde erreichen.

Die Einrichtungen des amerikanischen Eisenbahnwesens, welche in vielfacher Weise von denen bei uns abweichen, drücken auch dem dort üblichen Wagenbau ein besonderes Gepräge auf. Wie bekannt, hatte man bei uns bei der Construction der ersten Personenwagen die alte Postkutsche als maßgebendes Modell vor Augen. Dabei ist es geblieben, so weit nämlich die Coupéwagen in Betracht kommen, trotz des allgemeinen Fortschrittes und der mancherlei Bestrebungen zur Erhöhung der Bequemlichkeit für die Reisenden und der rationelleren Ausnützung der Nutzlast. Auch in Amerika waren die ersten für den Personenverkehr bestimmten Fahrzeuge nach europäischem Muster. Alsbald aber emancipirte man sich von ihnen und setzte die bekannten, ungemein langen Durchgangwagen an ihre Stelle, deren Vortheile auch seitens europäischer Constructeure und Bahnverwaltungen anerkannt wurden, so daß auch hier zu Lande, wenn auch in beschränktem Maße, das System der Durchgangwagen zur Anwendung kam. Später wurden die Vehikel dieser Art

meist den Localstrecken überwiesen und erst in jüngster Zeit hat man sie erheblich verbessert und den heutigen Bedürfnissen der Reisenden angepaßt, in den durchgehenden Verkehr da und dort eingestellt.

Die amerikanischen Personenwagen zeigen in ihren einzelnen Elementen durchaus charakteristische Anordnungen, die wir nun der Reihe nach vornehmen wollen. Was zunächst die Räder anbelangt, haben wir bereits früher einmal darauf hingewiesen, daß das in den Vereinigten Staaten in ausgezeichneter Qualität erzeugte Gußeisen Anlaß zur ausgedehntesten Anwendung der Schalengußräder geführt hat. Sie sind außerordentlich widerstandsfähig, welche Eigenschaft sie der sehr sorgfältigen und rationellen Behandlung des Schalengusses verdanken, indem ein hoher Werth auf die langsame Kühlung gelegt wird. Durch längeres Belassen in der Form, sowie durch Eingraben in warmem Sand oder Einlegen in geschlossene Räume, wird den ungleichen Spannungen in der Masse entgegengearbeitet. Zur Erreichung dieses Zieles wurden vielfache Versuche angestellt und man muß den amerikanischen Eisenbahntechnikern das Zeugniß ausstellen, daß sie der »Räderfrage« seit jeher die größte Aufmerksamkeit schenkten, eingedenk der Thatsache, daß unter allen Elementen eines Eisenbahnfahrzeuges das Rad dasjenige ist, dessen Bruch die schlimmsten Folgen nach sich zieht.

Dieser Sachlage gemäß ist die Zahl der Constructionsweisen Legion, wobei die Form des Rades selbst geradezu typisch geblieben ist und nur die Art der Herstellung wechselte. In sehr früher Zeit wurden Räder mit hohler Nabe, hohlen Speichen und hohlem Radreifen, dann solche mit theilweiser doppelter, theilweise einfacher Wand hergestellt. Diese letztere, auch jetzt noch häufige Radform vereinigt die Vortheile der doppelwandigen und der einwandigen Räder. Im unmittelbaren Anschlusse an die Nabe sind nämlich zwei Wände, welche sich jedoch zu einer einzigen vereinigen. Diese durch einseitige Rippen verstärkte Radwand schließt sich an den Tyre an und unterstützt diesen in vortheilhafter Weise.

Eine eigenartige Befestigungsweise der stählernen Tyre an das Radmittel besteht darin, daß der etwas größer im Durchmesser gehaltene Tyre concentrisch über das Rad gelegt und der Zwischenraum, nachdem beide Theile auf Schweißhitze gebracht worden sind, ausgegossen wird. Dadurch entsteht eine innige Verbindung verschiedener Elemente zu einem sehr soliden Ganzen. Eine andere Methode ist das Aufschweißen stählerner Radreifen auf ganz aus Gußeisen hergestellte Radsterne, oder richtiger gesagt, das Eingießen dieser Radsterne in stählerne Tyres. Die Innenfläche des Radreifens wird zu diesem Ende nicht eben, sondern convex gehalten, so daß für den Fall, daß die Schweißung sich lösen sollte, der Radreif nicht ablaufen kann. Die Schweißung wird dadurch erzielt, daß man den Stahlradreif in Rothgluth versetzt, ehe der Guß des Radmittels in demselben erfolgt. Das Verfahren hat den Vortheil, daß Spannungen innerhalb des Radreifens, wie sie bei der herkömmlichen Methode des Aufziehens in glühendem Zustande vorkommen, nicht eintreten können.

Das Haupterforderniß guter Räder für Eisenbahnfahrzeuge besteht neben einer großen Widerstandsfähigkeit in einem gewissen Grade von Elasticität, damit es unter den Stößen, welche die Bewegung mit sich bringt, nicht sehr leide und dieselben thunlichst abgeschwächt auf die Achsen und das ganze Fahrzeug übertrage. Man kommt in Amerika dieser Anforderung auf zweierlei Wegen nach: erstens durch Anwendung elastischen Materials für die Radmittel, zweitens durch Einschaltung elastischer Elemente zwischen Tyre und Radmittel. Was zunächst den letzteren Vorgang anbetrifft, verwendet man dazu Hanf oder Holz. Ersterer wird vor seiner Einführung zwischen Radreif und Radmittel in Glycerin getränkt; die Anwendung von Holzkeilen, welche zwischen dem Radreifen und dem Radmittel eingetrieben werden, kommt eigentlich nur bei den Locomotivrädern vor.

Noch größere Elasticität erzielt man durch Herstellung des ganzen Radmittels aus einem diesem Zwecke entsprechenden Material. Amerika war das erste Land, welches Eisenbahnräder aus Papier in Anwendung brachte. Die Naben dieser Räder sind aus Gußeisen, die Radreifen aus Stahl. Die aus gepreßtem Papier hergestellte Radwand wird mittelst eiserner Ringe, durch welche die quer durch die Papierscheibe geführten Befestigungsschrauben gehen, unveränderlich zwischen Nabe und Radreif erhalten. Das Einpressen der Papierscheibe erfolgt unter dem sehr bedeutenden Drucke von 400.000 Kilogramm. Solche Räder rollen mit sehr herabgemindertem Geräusch, sind elastischer als die ganz eisernen Räder und überdies sehr dauerhaft. Wie die Erfahrung zeigt, können sie über 600.000 Kilometer durchlaufen, ehe sie außer Gebrauch gesetzt werden müssen. Es gilt dies insbesondere von den unter den Pulman'schen Luxuswagen rollenden Rädern, deren Radreifen aus Tiegelgußstahl hergestellt sind.

Wenn stählerne Radreifen ohne Einschaltung elastischer Substanzen auf gußeiserne Radmittel aufgezogen werden, fügt man, obgleich durch das Aufpressen der vorgesetzten Radreifen gegen das Ablaufen hinreichende Sicherheit geboten ist, mitunter noch einige durch den Radreif durchgreifende Nieten, häufiger Schrauben, deren Gewinde in das Innere des Radreifens eingeschnitten ist, bei, um für den Fall, daß der letztere springen sollte, dessen Loslösung zu verhindern.

Bezüglich des Werthes der amerikanischen Schalengußräder, denen hier zu Lande vielfach noch Mißtrauen entgegengebracht wird, ist eine diesbezügliche Erprobung, welcher der Ingenieur E. Pontzen beigezogen war, auch für weitere Kreise von Interesse. Das betreffende Rad war ein Ausschußrad und aus einer großen Menge von Rädern ohne Auswahl hervorgeholt. Es hatte die sogenannte Washburnform, d. h. es war nächst der Nabe doppelwandig, nächst dem Radreifen einwandig und in diesem einwandigen Theile mit Rippen versehen, welche sich an den Radreifen anschloßen. Mit Hilfe eines circa 25 Kilogramm schweren Stahlhammers gelang es den kräftigen, abwechselnd hiezu berufenen Arbeitern in die einfache Radwand zwischen je zwei Rippen Löcher zu schlagen. Daß das Gußmaterial frei von jeder Sprödigkeit war, beweist der Umstand, daß jedesmal, bevor ein Loch durchgeschlagen

werden konnte, die Wand zwischen den beiden Nachbarrippen sich ausbauchte und erst einige Risse erhielt, als das Loch geschlagen war. Alsdann legte man das Rad horizontal unter einem 550 Kilogramm schweren Rammkloß, welcher aus einer Höhe von 4 1/2 Meter zum freien Fall ausgelöst werden konnte. Dieser Rammkloß traf auf einen eisernen, in die Nabe des Rades eingesetzten Keil, und es bedurfte vier Schläge, ehe das Rad zertrümmert ward. Nach dem ersten und zweiten Schlage hatte die kreisrunde Nabenöffnung sich zu einer ovalen Oeffnung verzogen; nach dem dritten Schlage bemerkte man radiale Risse, und erst der vierte Schlag brachte die Trennung hervor, jedoch ohne daß die Stücke herumgeschleudert worden wären. Als Material für die Achsen bricht sich auch in Amerika neuerdings der Stahl allmählich Bahn. Die Lagerschalen sind vielfach aus Phosphorbronze. Die Achsbüchsen weisen sehr abweichende Constructionen auf; einige haben vorne eine Klappe, die geöffnet den Schenkel bloßlegt und, wenn er heiß ist, eine schnelle Abkühlung und alsdann eine gute Schmierung zulassen. Große Aufmerksamkeit wird den Federn zugewendet, welche theils elliptische Lamellenfedern, theils Spiralfedern — letztere vorzugsweise — sind. Um eine kräftige Feder zu erhalten, werden in der Regel mehrere Spiralen verbunden, und geschieht dies entweder in der Weise, daß dieselben in Gruppen nebeneinandergestellt werden, oder daß man sie verschieden groß dimensionirt und ineinander fügt. Die beiden gußeisernen Platten, zwischen welchen diese zu einer einzigen Tragfeder vereinigten Spiralen eingespannt werden, sind mittelst einer oder mehrerer Schrauben auf eine der gewünschten Spannung der Federn entsprechende Entfernung gestellt. Unter dem Drucke der zu tragenden Last, oder unter den Stößen, welchen die Feder ausgesetzt ist, können sich selbstverständlich diese beiden Platten je nach dem Spiele der Federn nähern.

Die Achsen werden bei den amerikanischen Wagen bekanntlich in eigenen Wagengestellen, den Trucks vereinigt und giebt es zwei- und dreiachsige Gestelle dieser Art, je nach der Länge des Wagenkastens oder des von den Rädern aufzunehmenden Gewichtes. Aus der Plattform eines jeden Trucks ragt ein starker Zapfen senkrecht hervor, in welchem sich der Wagenkasten in der Horizontalebene dreht, wodurch den ungemein langen und schweren Wagen in den Curven die größtmögliche Bewegungsfreiheit verliehen ist. Außerdem verhindert eine sinnreiche Anordnung auf die Plattform der Trucks das Ueberneigen der Wagenkasten in den Curven nach einwärts (der Ueberhöhung des äußeren Schienenstranges entsprechend), was im Allgemeinen für den Reisenden sehr angenehm, bei den Salonwagen jedoch geradezu geboten ist. Diese haben nämlich, wie wir später sehen werden, um einen verticalen Zapfen drehbare Lehnsessel, welche, sofern sie von einem darauf Sitzenden belastet sind, in den Curven das Bestreben zeigen, sich zu drehen, was durch Anstemmen der Füße verhindert werden kann. Würde der Wagenkasten, wie es bei unseren Fahrzeugen der Fall ist, in den Curven überhängen, so würde vorberührter Uebelstand noch schärfer hervortreten.

Wie mehrfach hervorgehoben, unterscheiden sich die amerikanischen Wagen von den diesseitigen vornehmlich durch ihre außergewöhnliche Länge und durch ihre Einrichtung nach dem Intercommunicationssystem. Die bedeutende Länge bedingt eine besonders solide Herstellung des Wagenkastens, was durch Construction der Seitenwände als Balkenträger erreicht wird. Es sind Sprengwerktragwände und liegt in dieser Bauart die Erklärung dafür, daß die Fenster nicht wie bei uns durch Senken der Scheiben, sondern durch Heben geöffnet werden. Ebenso bedingt die große freitragende Länge des amerikanischen Wagens, daß auch im Fußboden desselben für genügende Steifigkeit gesorgt werde. Dieselben bestehen daher aus hochkantigen Lang- und Querhölzern, welche durch kreuzförmige Verstrebungen und eiserne Zugstangen versteift sind. Durch die doppelte, einen Zwischenraum von 0·15 Meter freilassende Bedielung ist dafür gesorgt, daß sowohl die Steifigkeit des ganzen Wagens erheblich vergrößert werde, als auch dafür, daß bei kalter Witterung die Abkühlung des Fußbodens nicht stattfinde.



Amerikanischer Durchgangwagen. (Nach einer Photographie.)

Gleich dem Fußboden sind auch die Wände des Wagens durch doppelte Verschalungen geeignet, einen besseren Schutz gegen die äußere Temperatur zu gewähren. Die Decke des Kastens ist gewölbt und wird von gebogenen Querhölzern getragen. Die freie Höhe zwischen dem Fußboden und der Unterkante der Querträger genügt zwar zur freien Bewegung im Mittelraume, doch wird sie im Interesse der besseren Ventilation und um die Beleuchtung entsprechender bewirken zu

können, durch einen Oberlichtaufbau in der ganzen Länge des Wagens noch vermehrt. Die Seitenwände dieses Aufbaues tragen abwechselnd feste Glasfenster und bewegliche Ventilationsklappen. Die Wagenkasten enden in zwei ziemlich geräumige, mit Schutzgeländern versehene Plattformen, auf welche die Eingänge münden. Behufs Freilassung der Intercommunication von Wagen zu Wagen ist das Geländer über der Kuppelung unterbrochen und kann diese Stelle durch eine Kette oder einen beweglichen Stab abgesperrt werden. Häufig fehlt diese Sperrvorrichtung, was unbedenklich ist, da die Kuppelung so eng ist, daß zwischen den Brustbäumen der aufeinanderfolgenden Wagen ein Zwischenraum von kaum 0·15 Meter frei bleibt.

Die Innenausstattung der amerikanischen Personenwagen ist, wenn man von den noch zu besprechenden Luxuswagen absieht, eine einfache und ökonomische. Die Holzwände, sowie die hölzernen Einrichtungsstücke, die Thüren, Fensterrahmen und Jalousien sind nicht polirt, sondern gefirnißt. Die Decke ist in der Regel mit farbigem Wachstuche überspannt, oder mit Nuß- oder Lindenholz getäfelt. Die Sitze sind entweder aus Holzstäben oder Rohrgeflecht hergestellt, oder gepolstert. Der Breite des Wagens entsprechend befinden sich auf jeder Seite des Mittelganges zwei Sitzreihen, bei den Wagen der Schmalspurbahnen hingegen zwei und eine Sitzreihe. Alle Sitze haben umklappbare Rücklehnen, so daß die Reisenden nach Belieben, bald mit dem Gesichte in der Richtung der Fahrt, bald nach der entgegengesetzten Seite sich placiren können. Vorhänge kommen nur in den Luxuswagen vor, sonst dienen allgemein Jalousien zum Abwehren des Sonnenlichtes. Sie werden, wie bereits erwähnt, nach aufwärts geschoben und sind derart mit Stellvorrichtungen versehen, daß sie in jeder beliebigen Höhe erhalten werden können.

Von den Gepäcksnetzen ist nichts Gutes zu sagen; sie sind so beschränkt, daß das Handgepäck vielfach unter die Sitze gestellt werden muß, was Unbequemlichkeit herbeiführt. Die Beleuchtung der Wagen erfolgt in der Regel mittelst mehrerer in dem Oberlichtaufsatz angebrachter Lampen. Die älteren Oellampen sind fast durchwegs durch Gaslampen, und diese versuchsweise durch elektrisches Licht verdrängt worden. In den Schlafwagen, wo nach erfolgter Herrichtung der Liegestätten die central angebrachten Lampen nicht genügen würden, sind in entsprechenden Nischen in den Wagenwänden mit Kerzen versehene Lampen vorhanden. Die Beheizung der Wagen findet theils durch selbstständige Oefen, theils durch Warmwasserheizvorrichtungen statt. Im ersteren Falle, welcher eine günstige Vertheilung der Wärme nicht gestattet, wird je ein Ofen an jedem Wagenende angebracht. Für eine günstige Ventilation bestehen die mannigfachsten Einrichtungen und Vorschläge und wird im Allgemeinen dieser Angelegenheit viel Aufmerksamkeit geschenkt. Hervorzuheben ist Wilschell's »Deflector« und Creamen's Ventilationsklappengehäuse, deren Anordnung wir, weil zu sehr ins Detail eingehende Erläuterungen nothwendig wären, übergehen.

Die amerikanischen Eisenbahnfahrzeuge haben nur einen centralen Puffer, der zugleich auch die Zugvorrichtung bildet. Die Zahl der Constructionen und Vorschläge ist Legion, doch sind die meisten derselben complicirt. Der Hauptsache nach ist die gebräuchliche Vorrichtung durch folgende Einzelheiten gekennzeichnet. Die Pufferplatte ist nur nach einer, und zwar der horizontalen Richtung gekrümmt und hat eine nach der horizontalen Richtung in die Länge gezogene Oeffnung zur Aufnahme des Kuppelungsgliedes, eines länglichen Ringes, der in beiden Pufferköpfen durch zwei durchgesteckte Bolzen festgehalten wird. Die Puffer liegen unterhalb der Kopfschwelle, zur Federung dienen kleine Metallfedern oder Kautschuk. Durchgehende Zugapparate sind wenig verbreitet. Das Ankuppeln geschieht durch den Bremser, indem dieser das Kuppelungsglied in die Oeffnung des Puffers des herankommenden Fahrzeuges zu stecken sucht, was nicht ganz ungefährlich ist.

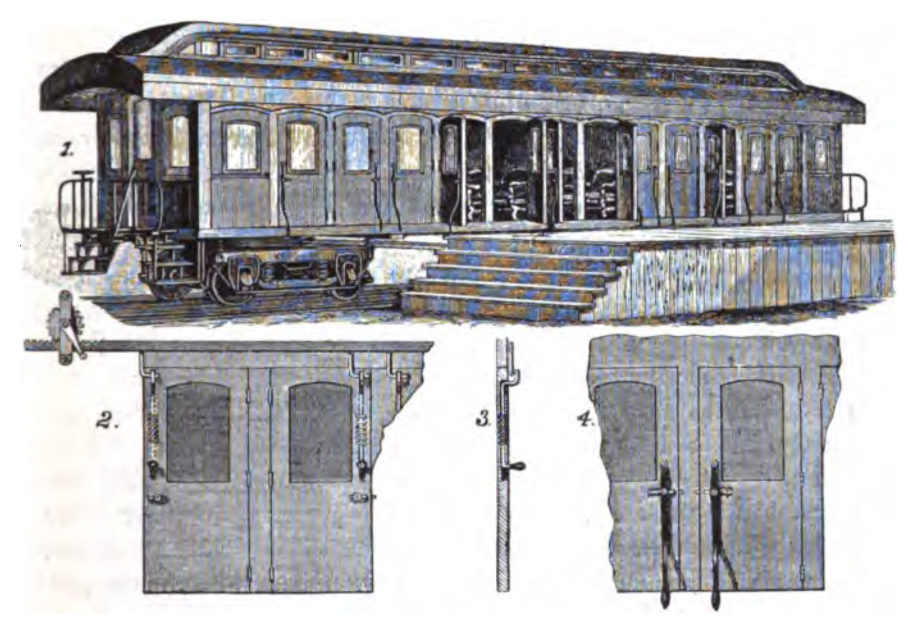
In letzter Zeit sind zahlreiche Vorschläge zu automatischen Kuppelungsvorrichtungen gemacht worden, doch behauptet sich noch immer die ältere Construction von Miller, welche auch bei den Pullman'schen Wagen eingeführt ist. Sie besteht aus zwei eisernen Balken mit seitlich abgerundeten Nasen, die sich aneinander vorbeischieben, bis sie einschnappen. An der der Nase entgegengesetzten Seite liegt hinter dem Balken eine Feder, welche ein selbstthätiges Loskuppeln nicht zuläßt. Soll der Wagen abgehängt werden, so wird von der Plattform aus mittelst eines Hebels der Haken seitwärts gedrückt, wodurch die Nase frei wird und der Wagen abgeschoben werden kann.

Von der Miller'schen Kuppelung unterscheidet sich vortheilhafterweise der Zug- und Stoßapparat von J. B. Safford, bei welchem die Form der Oeffnung im Kopfe, sowie Aussparungen das Ankuppeln in verschiedener Pufferhöhe zulassen. Ein Verbiegen oder Brechen des Kuppelgliedes bei Verticalschwankungen tritt bei dieser Vorrichtung seltener ein, als bei der Miller'schen. Andere Constructionen sind: jene E. W. Barker's, welche zwar das selbstthätige Ankuppeln durch das bloße Zusammenstoßen der Wagen gestattet, wogegen beim Loskuppeln ein Mann zwischen die Fahrzeuge treten muß; Mc. Nabb's »Self-Car Coupler«, der Miller'schen Kuppelung ähnlich, u. s. w. Die Bremsvorrichtungen bestehen theils aus Spindelbremsen, theils aus automatisch wirkenden durchgehenden Bremsen, und zwar vorzugsweise aus Westinghouse's Luftbremse, über welche in einem späteren Abschnitte noch eingehender referirt wird.

Wir haben schon früher einmal hervorgehoben, daß die langen amerikanischen Intercommunicationswagen mit den Thüren in den Stirnseiten für die Reisenden manche Vortheile und Annehmlichkeiten haben. Sie sind aber auch nicht frei von Nachtheilen. Zu letzteren muß unbedingt der Umstand gezählt werden, daß ein rasches Aus- und Einsteigen der Reisenden, beziehungsweise ein rasches Füllen und Entleeren der Wagen nicht möglich ist. In Stationen mit kurzem Aufenthalte entsteht an den beiden Thüren und im Mittelgange selbst ein Gedränge, das unter Umständen gefährlich werden kann. Außerdem ist es, im Falle einer Katastrophe,

den Reisenden nicht leicht, aus dem Wagen herauszukommen, insbesondere bei Zusammenstößen, bei welchen die Stirnseiten der ersteren in Folge des sogenannten »Teleskopirens« (d. h. Ineinanderfahrens der Wagen) zuerst in Trümmer gehen, zum mindesten aber verkeilt werden.

Auf Grund dieser Erwägung ist in neuester Zeit eine Construction aufgetaucht, welche einen gewissen H. Tillson zum Urheber hat und welche außer den Eingängen an den Stirnseiten auch noch eine größere Zahl von Thüren an den Längsseiten aufweist. Der Zugang zu den letzteren ist hier allerdings vermittelst eines erhöhten Bahnsteiges gedacht, weil die große Breite des Wagens in



Tillson's neuer amerikanischer Personenwagen mit Seitenthüren.

Berücksichtigung des Luftraumprofiles der betreffenden Bahn die Anbringung von seitlichen Stufen nicht gestattet. Doch würde man sich dort, wo es nothwendig erscheint, durch Anwendung von umlegbaren Stufen leicht behelfen können.

Die Thüren sind paarweise derart geordnet, daß sich je zwei Flügel gegeneinander bewegen, also von einer gegenseitigen Behinderung keine Rede ist und auch die Bewegung der Reisenden ganz zwanglos erfolgen kann. An jeder Thüre (Fig. 2 und 3 zeigen dies deutlich) befindet sich eine Klinke, welche vom Inneren des Wagens kurz gehandhabt werden kann. Man braucht nur den Handgriff so weit herabzuziehen, daß der verticale Bolzen, der in einer Nuth der Thüre sich bewegt und mittelst einer kräftigen Feder stets aufwärts gedrückt wird, mit seinem oberen abgebogenen Theile unter den eisernen Haken gelangt, also der Bewegung der Thüre nach auswärts kein Hinderniß mehr entgegensetzt.

Diese eisernen Haken sind an einer Stange befestigt, die an der Decke des Wagens im Innern desselben hinläuft und an ihren beiden Enden auf ein kürzeres Stück gezahnt ist. Durch ein Zahngetriebe mit Hebel kann die Stange sonach etwas verschoben werden, wodurch die Haken von den Verschlußbolzen entfernt und letztere frei werden. Es ist also dem Conducteur möglich, mit einer einzigen Bewegung sämmtliche Thüren an einer Wagenseite zu öffnen oder zu schließen, was insbesondere in Gefahrsmomenten von größter Wichtigkeit ist. Allerdings darf keine (z. B. bei Collisionen) Deformirung des Wagenkastens eintreten, was unfehlbar eine Störung des Zugapparates zur Folge hätte. Zur Oeffnung der Wagen von außen dient der in Figur 3 sichtbare Hebel, der mit einem horizontal beweglichen Riegel in Verbindung steht.

In den ersten Jahrzehnten des amerikanischen Eisenbahnwesens hatten die Wagen ein durchwegs einheitliches Aussehen und dem demokratischen Geiste der Vereinigten Staaten entsprechend, keine Untertheilung in Classen. Indes ergab sich im Laufe der Zeit ganz zufällig, oder in Folge getroffener Neuerungen im Wagenbau eine gewisse »Kategorisirung« des Publicums, die ihrem Wesen nach auf dasselbe hinausläuft, wie unsere Unterscheidung nach Wagenclassen. Zunächst mußte den weiblichen Reisenden Rechnung getragen werden, indem man das Rauchen in den gemeinsam benützten Wagen untersagte und die Raucher in einen, jedem Zuge eigens zu diesem Zwecke einverleibten Wagen verwies. Es zeigte sich bald, daß diese Vehikel nicht gerade von den vornehmsten Reisenden benützt wurden, und so ergab sich ganz von selbst eine stillschweigende Absonderung der social höher stehenden Elemente von den Angehörigen der unteren Schichten.

Die zweite Bresche, welche in das Einclassensystem gelegt wurde, hing mit der Nothwendigkeit zusammen, den alljährlich in großer Zahl in der Union sich einfindenden Einwanderern, welche durchgängig über geringe Mittel verfügten, mit möglichst wenig Kosten auf große Strecken zu befördern. Dies führte zur Einstellung besonderer Emigrantenwagen, welche zwar im Großen und Ganzen den gewöhnlichen Wagen glichen, jedoch in Bezug auf die innere Einrichtung viel einfacher gehalten waren. Als drittes Element, welches die Absonderung der Gesellschaftsclassen ganz wesentlich förderte, sind die Luxuswagen anzusehen. Es ist freilich zu berücksichtigen, daß die Benützung der letztgenannten Wagen nicht auf Grund eines Titels oder der Rangstellung, welche die Reisenden einnehmen, erfolgt, sondern vornehmlich dem Grade der Wohlhabenheit entspringt. Die Classensonderung auf den amerikanischen Bahnen, die sich in naturgemäßer Weise vollzogen hat, unterscheidet sich also dort ganz wesentlich von der hier zu Lande herrschenden, so daß ein Vergleich diesfalls hinfällig wäre.

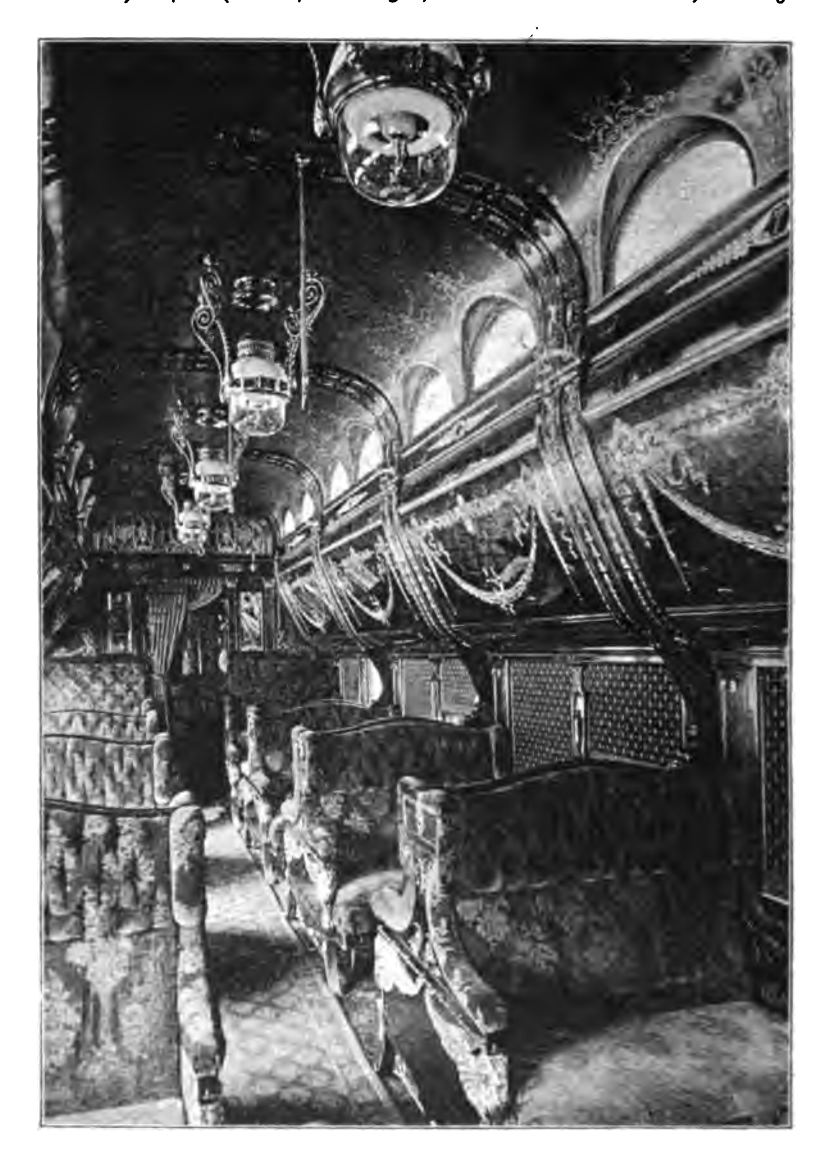
Immerhin haben die vorbesprochenen Neuerungen die Einheitlichkeit der amerikanischen Personenwagen zu einem überwundenen Standpunkte gemacht, wobei der Unterschied zwischen den einzelnen Wagenkategorien vielleicht noch schärfer zu Tage tritt als bei uns. Den auffallendsten Gegensatz bilden die vielfach sehr ver-

wahrlosten Rauchwagen und die schlichten Emigrantenwagen zu den mit außergewöhnlichem Luxus ausgestatteten Extrawagen, mit denen sich in Europa höchstens die Hofwagen messen können. Wie in allen Eisenbahneinrichtungen ist auch bezüglich der Extrawagen eine stufenweise Entwickelung zu verzeichnen. Den Anfang machten die Schlafwagen, welche aus naheliegenden Gründen alsbald großen Anklang fanden. Wir haben berichtet, daß die Sitze der gewöhnlichen Wagen alle nach einer Seite gerichtet sind, jedoch umlegbare Lehnen haben. Ist ein Wagen stark besetzt, so sind viele Reisende gezwungen, die Nacht in sitzender Stellung zu verbringen, was außerordentlich ermüdend ist, da die Lehnen dem Kopf keine genügende Stütze bieten. Bei schwacher Besetzung wird es durch entsprechende Vertheilung der Reisenden auf die einzelnen Sitzreihen möglich, Liegestätten zu improvisiren. Die Bänke sind jedoch nicht zum Herausziehen eingerichtet und muß demnach dem Körper durch Unterschiebung von Gepäcksstücken zwischen je zwei (durch Zurückklappen der einen Lehne) zu einer Liegestatt hergerichteten Sitzen die nothwendige Unterstützung gegeben werden. Daß ein solcher Schlafplatz wenig Annehmlichkeiten bietet, liegt auf der Hand.

Die ersten Schlafwagen, für deren Benützung eine verhältnißmäßig kleine Aufzahlung gefordert wird, wurden durch George Pullman gebaut und eingeführt. Er ist zugleich der Urheber der nachmals im Dienst gestellten Speisewagen und Salonwagen und sind alle diese Vehikel geradezu typisch für die mit ihnen verbundenen Neuerungen auf europäischen Bahnen geworden, welche die Erzielung ähnlicher Bequemlichkeiten für das diesseitige Reisepublicum anstrebten. Das Charakteristische der Pullman'schen Schlafwagen besteht darin, daß die zu beiden Seiten eines Mittelganges der Quere nach gestellten, je paarweise gegenüberstehenden Doppelsitze durch Verschieben der Sitzpolster und Umlegen der Lehnenpolsterung in Liegestätten verwandelt werden können. Ueberdies kann durch Herabklappen der über den vorerwähnten Sitzen in die Wagendecke geborgenen Betten eine zweite Etage von Liegestätten hergestellt werden. Die derselben beigegebenen Matratzen, Kopfpölster und Decken sind bei Tag theils in den unter den Sitzen befindlichen Behältern, theils in den durch die geneigte, an die Wagendecke sich anschließende Klappe gebildeten Räumen untergebracht.

In dem aufgeklappten oberen Bette befinden sich auch die Theilungswände, welche bei Nacht, auf die unbeweglichen Sitzlehnen aufgesetzt, zur vollständigen Trennung der sich aneinanderreihenden unteren und oberen Lagerstellen dienen. Der Abschluß der Betten vom Mittelgange wird durch schwere Seidenvorhänge, welche tagsüber gleich den Scheidewänden in den oberen Betträumen untergebracht sind, erzielt. Die neuesten Pullman'schen Schlafwagen haben sehr bequeme Sitze und eine luxuriöse Ausstattung im Allgemeinen, vornehmlich in decorativer Beziehung, nach welcher Richtung ihnen in Europa nichts Ebenbürtiges zur Seite gestellt werden kann. Um überdies kleineren Gesellschaften, Familien oder Damen ein behagliches Unterkommen zu bieten, befinden sich in den Schlafwagen abgeschlossene

Coupés, welche in der Regel nächst den Eingangsthüren untergebracht sind. Auch besondere Rauchcoupés (eines pro Wagen) kommen vor. Die Schränke zur Auf-



Schlafwagen der Pullman Palace Car Cy.
(Nach einer vom Constructeur zur Verfügung gestellten Photographie.)

bewahrung der Bettwäsche und Handtücher, sowie die Sorge zur Herrichtung beziehungsweise Aufräumung der Betten sind in jedem Wagen einem Diener übertragen, der zugleich die Reinigung der Kleider und Schuhe besorgt.

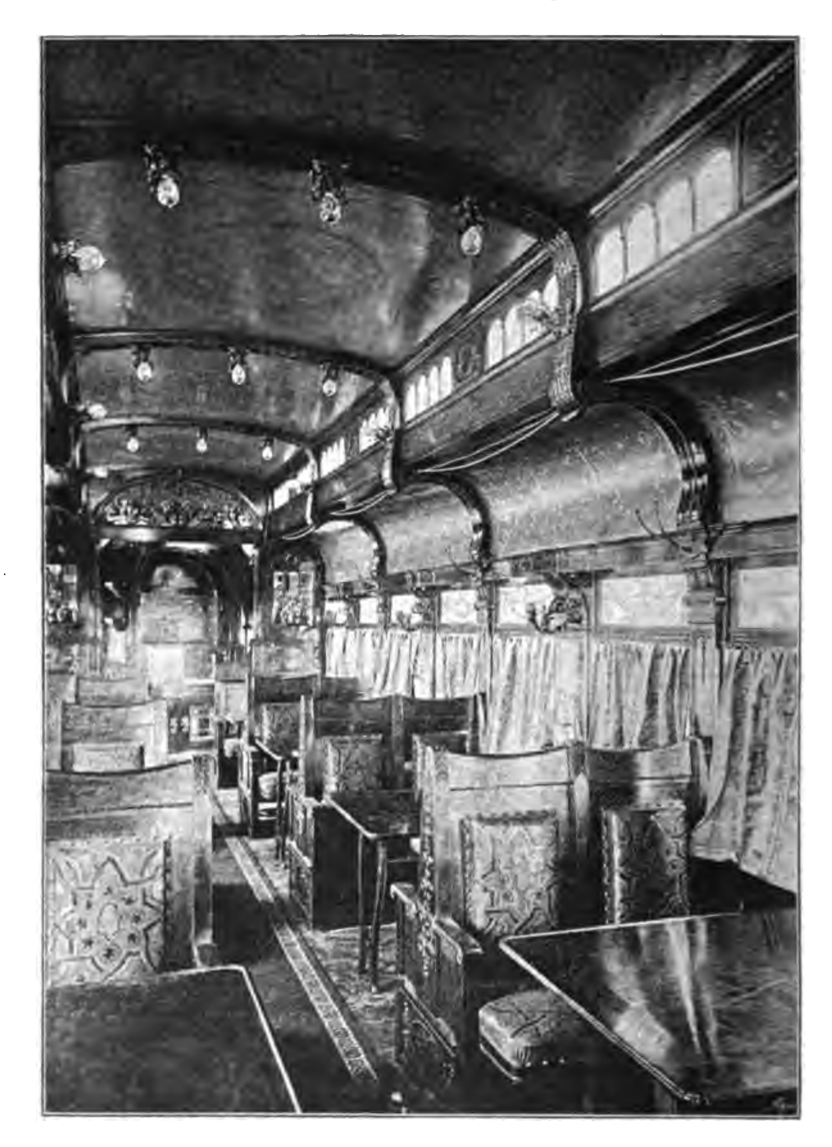
Um den Schlafwagen auch tagsüber zu einem angenehmen Aufenthaltsorte zu gestalten, tragen außer der bereits erwähnten eleganten Ausstattung mancherlei Einrichtungen bei, z. B. Doppelfenster, Rahmen mit feinem Drathgewebe, welches bei geöffnetem Fenster das Eindringen von Staub verhindert, größere Gepäcksräume, kleine Klapptische zwischen je zwei Sitzen u. s. w. Die in der Wand zwischen je zwei Fenstern in besonderen Nischen angebrachten Lampen, welche zur Beleuchtung der durch die Vorhänge abgesonderten Liegestätten dienen, sind tagsüber durch Spiegel oder verzierte Thürchen verdeckt. Ein großer Vorzug der amerikanischen Schlafwagen besteht ferner darin, daß dieselben vermöge ihrer Schwere und der soliden und zweckmäßigen Construction der sechsräderigen Trucks sehr ruhig laufen.

Die zweite Kategorie der Luxuswagen bilden die Hôtel-Cars (oder Dining-Cars). Solche Speisewagen wurden auf den amerikanischen Bahnen schon frühzeitig in Verwendung gebracht, ohne daß sie sich eines besonderen Zuspruches erfreut hätten. Auch machte man die Erfahrung, daß diese Räume in einem dem Dienste abträglichen Grade von den Fahrbeamten benützt wurden, welche hauptsächlich den Spirituosen zusprachen. Es handelte sich übrigens diesfalls nicht um die zur Zeit üblichen Speisewagen, sondern um förmliche ambulante Restaurationen, welche auf Kosten der betreffenden Bahnverwaltungen in Dienst gestellt wurden. Als letztere diese Einrichtung in Folge der berührten Uebelstände wieder aufgaben und Pullman mit seinem Schlafwagen einen so durchschlagenden Erfolg erzielte, wagte er den Versuch, besondere Speisewagen einzuführen, die gleichfalls Anklang fanden und seitdem allenthalben auf den Hauptlinien in die Züge eingestellt sind. In der Uebergangsperiode liefen diese Wagen nur auf wenigen Linien, oder sie wurden in bestimmten Stationen den Zügen angehängt, und blieben zurück, wenn die Mahlzeit beendet war.

Die dritte Kategorie der Extrawagen bilden die Salonwagen (Drawing-Room Car, Parlor Car) gewöhnlich »Palace Car« genannt. Sie sind in der That fahrende Paläste, Vehikel von vollendeter Ausführung, mit allen erdenklichen, bis ins kleinste Detail gehenden sinnreichen Einrichtungen zur Erhöhung der Bequemlichkeit. Die Sitzplätze dieser Wagen sind elegante Fauteuils, welche sich um eine verticale Achse in jede beliebige Richtung stellen lassen. Jedem solchen Sitze ist ein Fußschemmel beigegeben. Auf dem Boden des Mittelganges ist ein Teppich gespannt, die Wände sind reich verziert, für Beleuchtung und Ventilation ist ausreichend gesorgt, Doppelfenster und Staubrahmen, Spucknäpfe, aufklappbare Tischchen, Toilett- und Closeträume, zweckmäßige Heizvorkehrung und Eiswasserbehälter vervollständigen die Einrichtung.

Außerdem ist noch folgende Anordnung getroffen. In den beiden, den Eingangsthüren zunächst gelegenen Abtheilungen befinden sich Lehnstühle von gewöhnlicher Bauart, welche beliebig verstellt werden können, deren ordnungsmäßiger Standort aber zur Vermeidung von Einsprache bei vollständiger Besetzung des Wagens durch die an den Wänden befestigten Nummern ersichtlich gemacht ist.

Diese Unterabtheilungen sind namentlich für Gesellschaften, welche während der Fahrt vereint und von den übrigen Reisenden abgesondert bleiben wollen, sehr



Speisewagen der Pullman Palace Car Cy.
(Nach einer vom Constructeur zur Verfügung gestellten Photographie.)

angenehm. Noch abgesonderter sind jene Reisenden, welche in der von den Enden des Wagens weiter entfernten, mit einem Divan und zwei Lehnstühlen ausgerüsteten Abtheilung Platz nehmen, da diese Abtheilung von den Mitreisenden nicht

betreten zu werden braucht. Diese und ähnliche Einrichtungen beweisen, daß dem besseren amerikanischen Reisepublicum der Geschmack für Separation nicht abgeht



Salonwagen der Pullman Palace Car Cy.
(Nach einer vom Constructeur zur Verfügung gestellten Photographie.)

und durch schüchterne Versuche das demokratische Princip der Classengleichstellung zu durchbrechen, ersterem in verschämter Weise gehuldigt wird. Wie der Leser weiß,

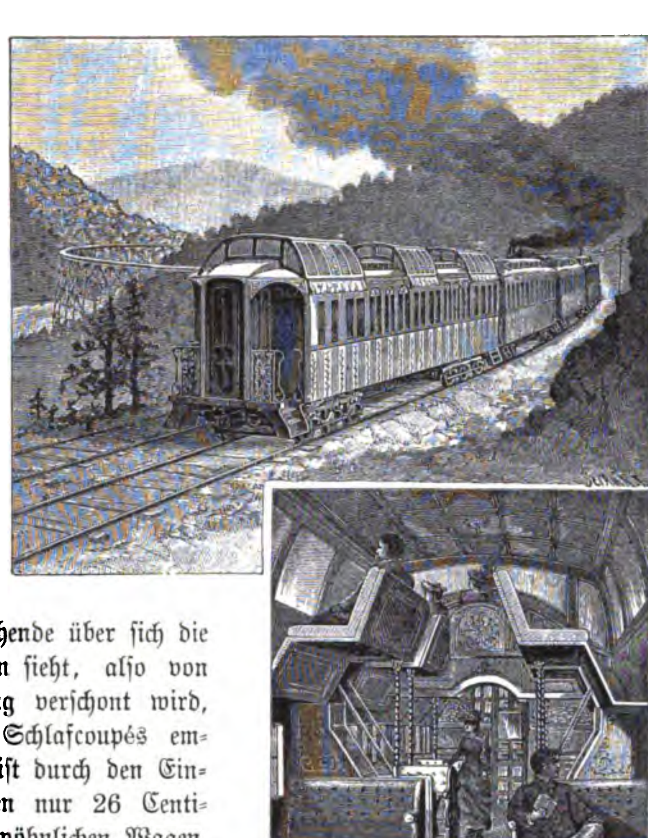
hat man bei uns durch die Coupéwagen mit Seitengang die Vortheile beider Systeme in glücklichster Weise vereint.

Außer diesen typischen Extrawagen hat sich der amerikanische Wagenbau noch einer großen Zahl von anderen Luxuswagen zugewendet, welche von reichen und vornehmen Leuten in Bestellung gegeben werden und im gewissen Sinne die Stelle unserer Hofwagen einnehmen. Solche Vehikel sind wahre Wunder von Eleganz und Comfort und stehen auf gleicher Höhe mit den Prunkwagen unserer Hofzüge. Ueberhaupt hat der amerikanische Wagenbau in letzterer Zeit einen Aufschwung genommen, den man im Hinblicke auf die durch geraume Zeit stationär verbliebenen älteren Constructionen nicht vorhergesehen hatte. Die Pullman'schen Wagen haben ihren Weg auch nach Europa gefunden und sind hier in besondere internationale Expreßzüge vereinigt, welche auf einigen großen europäischen Linien laufen. Die Zahl der bis jetzt von der Pullman Palace Car Cy. hergestellten Luxuswagen beziffert sich auf mehrere Tausend; die der Schlafwagen allein beträgt 2000 und repräsentirt jeder derselben einen Werth von rund 16.000 Dollars. Die Etablissements, aus welchen diese Vehikel hervorgehen, befinden sich in der Nähe von Chicago, wo sie mit den Arbeiterhäusern und anderen Baulichkeiten eine Stadt für sich bilden, welche den Namen »Pullman« führt. Die Etablissements werfen jährlich eine Revenue von 8 Millionen Dollars ab; die Zahl der Angestellten beträgt 13.000 und die Gesammthöhe der Bezüge etwa 6½ Millionen Dollars. Die Stadt Pullman ist mit allem Grund und Boden und allen darauf befindlichen Gebäuden ausschließliches Eigenthum der Pullman Palace Car Cy., und ist bezüglich ihrer Anlage, Einrichtung und Verwaltung eine Mustercolonie in vollem Wortsinne. Eine Schöpfung des Industriellen und Philanthropen George M. Pullman und nach ihm benannt, ist diese Stadt erst vor 11 Jahren gegründet worden und zählt zur Zeit über 16.000 Bewohner.

In neuester Zeit hat der amerikanische Wagenbau noch einem anderen Sachverhalte Rechnung getragen. Die dortigen Schienenwege durchziehen — selbst wenn man von den großartigen Scenerien der Felsengebirge und der Sierra Nevada absieht, vielfach durch ihr landschaftliche Gestaltung hervorragende Gegenden. Nun wird, wie Jeder weiß, der Genuß solcher Schaustücke durch den beschränkten Ausblick, den die schmalen Coupéfenster gewähren, sehr verkürzt. Bei uns ist diesem Uebelstande schon seit längerer Zeit, insbesondere seit der gesteigerten Frequenz der neuerbauten Gebirgsbahnen, durch Einstellung der »Aussichtswagen«, von welchen weiter oben die Rede war, abgeholfen worden. Die Amerikaner haben nun weniger aus eigener Initiative als vielmehr in Folge der Bekanntschaft, welche sie hierorts mit dieser Einrichtung gemacht haben, von derselben auch ihrerseits Gebrauch gemacht, und so ist jüngst ein sogenannter Observatorium-Schlafwagen, dessen Constructeur Mr. Bride ist, in Anwendung gekommen.

Die Anordnung dieses Vehikels ist eine von den hiesigen Aussichtswagen gänzlich abweichende, indem nicht ein eigener Wagen durch entsprechende Ein-

richtung, vornehmlich durch Beschränkung der oberen Kastenwände auf das allernothwendigste Gerippe für große Fensterflächen und Freilegung der einen Stirnwand, als Aussichtswagen benützt wird, sondern ein gewöhnlicher Schlafwagen durch entsprechende Umgestaltung des Kastens hierzu verwendet wird. Jeder solche Wagen hat drei Aussichtswarten aus leicht gewölbtem Glas und zwischen eisernen Rippen gefügt, welche den freien Ausblick nach allen Seiten gestatten. Leichte und bequeme Stiegen führen vom Fußboden des Wagens zu den Sitzen in den Warten und diese Sitze selbst sind so praktisch gestaltet, daß man sich in vollstem Maße dem Genuß der vorüberhuschenden Landschaftsbilder hingeben kann. Ueberdies können die Sitze zur Nachtzeit in Betten umgewandelt werden, so daß der Ruhende über sich die Sternendecke sich wölben sieht, also von jener dumpfen Beengung verschont wird, welche man sonst in Schlafcoupés empfindet. Bride's Wagen ist durch den Einbau der Aussichtswarten nur 26 Centimeter höher als die gewöhnlichen Wagen.



Bride's Aussichtswagen von außen und im Innern.

Es erübrigt nur noch zum Schlusse einige allgemeine Bemerkungen an das Vorgebrachte anzufügen. Die Bewegung der Reisenden in den Personenwagen ist auf amerikanischen Bahnen eine viel freiere als bei uns. Auffallend ist zunächst die Stellung des Conducteurs, der den Fahrgästen gegenüber eine vollkommen nebengeordnete Haltung einnimmt. Er setzt sich, wenn sein Dienst ihn nicht davon abhält, zu den Reisenden; er benützt meist das für Raucher reservirte Coupé, um bei Nacht nach Thunlichkeit der Ruhe zu pflegen, und benützt, gleich jedem anderen Reisenden, das Waschbecken, um Toilette zu machen. Auf längeren Reisen nimmt der Verkehr zwischen dem Conducteur und den Fahr-

gästen nicht selten intimere Formen an. Kurz, ein amerikanischer Conducteur fühlt sich nicht als untergeordnetes Organ, sondern füllt eine Stellung aus, die etwa derjenigen unserer Zugsrevisoren entspricht.

Ein Nachtheil des Intercommunicationssystems ist bekanntlich die Unruhe, welche im Wagen dieser Art herrscht. In Amerika fühlt man dies ganz besonders, da sich in dem Mittelgange tagsüber nicht nur die Reisenden, sondern auch Obst-, Cigarren- und Zeitungsverkäufer u. dgl. unablässig drängen und so den Fahrgast nicht zur Ruhe kommen lassen.

Der Umstand, daß der Durchgang von einem Wagen in den anderen freigegeben ist, wird vielfach dazu benützt, auf den Plattformen zu verweilen, was die den Zug begleitenden Beamten niemals verwehren, obwohl ein Anschlag an jeder Wagenthüre das Betreten der Plattformen ausdrücklich verbietet. Die Warnungen haben eben nicht den Zweck, Unglücksfälle zu verhüten, sondern sind deshalb angebracht, um die Bahnverwaltungen gegen eventuelle Schadenersatzansprüche zu decken. Thatsächlich findet man die Plattformen häufig überfüllt, daß selbst der Bremser in seinen Functionen behindert ist. Die Sorglosigkeit der Passagiere und mit ihnen jene des Zugbegleitungspersonales geht so weit, daß selbst das Besetzen der Dächer seitens etlicher waghalsiger Reisender kaum Aufmerksamkeit erregt.

Den vielgepriesenen amerikanischen Schlafwagen haftet mancher Uebelstand an, der dort nicht empfunden wird, für den an Abgeschlossenheit gewöhnten Reisenden aber manches Mißliche hat. Die Benützung eines gemeinsamen Schlafraumes, die Ungenirtheit, mit welcher die Vorbereitungen zur Nachtruhe getroffen werden, sodann die Unruhe, welche jederzeit von etlichen Passagieren durch laut gepflogene Unterhaltungen verursacht wird, Kindergeschrei u. s. w., das Alles würde uns nicht behagen. Das Sitzen in den gewöhnlichen amerikanischen Personenwagen ermüdet auf die Dauer sehr; unter Tags zeitweilig der Ruhe zu pflegen ist nicht möglich, da die Sitze nicht zum Ausziehen eingerichtet sind und die Benützung der gegenüberliegenden Sitze zum Auflegen der Füße nicht nur nicht gestattet, sondern auch nicht möglich ist, wenn die Lehne nicht zuvor umgelegt wird, was aber der Passagier selbst nicht vornehmen kann, wenn er nicht den Bremser herbeiruft, der die Sperrvorichtung aufschließt. Kurz, das allgemeine Urtheil geht dahin, daß das Reisen in einem gewöhnlichen amerikanischen Wagen nicht wesentlich angenehmer sein dürfte, als in einem diesseitigen Coupé III. Classe, weil in letzterem dem Fahrgaste die Möglichkeit geboten ist, bei schwacher Besetzung der Plätze sichs nach Thunlichkeit bequem einzurichten. Er kann den Körper abwechselnd in verschiedene Lagen bringen, wodurch der Uebermüdung vorgebeugt wird.

Der Uebelstand ungenügender Gepäcksräume wurde bereits hervorgehoben. Die Rauchwagen befinden sich mitunter in einem ekelerregenden Zustande, indem sie das Absatzgebiet für Speisereste, Cigarrenstummel, gebrauchten Kautabak und anderen Unrath bilden. Andere Einrichtungen hängen mit dem amerikanischen Wesen zusammen, z. B. die auf manchen Linien des Westens in jedem Wagen befindlichen

gußeisernen Kasten mit der Aufschrift »Read and retorn«. Die Kasten enthalten eine Bibel, die Briefe der Apostel, Psalme und andere religiöse Erbauungsschriften, von welchen jedoch, nach deren Zustand zu urtheilen, wenig Gebrauch gemacht wird. Auf manchen durch wenig bewohnte Gegenden ziehenden Linien findet man in den Personenwagen Handwerkszeuge: Axt, Säge, Hammer u. s. w., eine weise Vorsorge für eventuelle Katastrophen. Auch Feuereimer, ja sogar kleine Handspritzen werden mitunter angetroffen. Der Unfug, aus den Wagen auf Jagdwild und andere Thiere zu schießen, ist schon seit längerer Zeit bei Strafe untersagt. Erzählungen von Duellen u. dgl. auf amerikanischen Bahnzügen, wie man sie hin und wieder liest, gehören in den Bereich der Fabel. Dagegen sind manche Gegenden noch immer sehr unsicher, was die Passagiere zwingt, sich zu bewaffnen.

Während die amerikanischen Personenwagen für das Zugbegleitungspersonale gefahrlos sind, bieten sie den Fahrgästen keine größere Sicherheit. Fälle, daß Reisende die Thüre selbst öffnen und vorzeitig abspringen und dabei vom Trittbrette stürzen, kommt alle Augenblicke vor. Auch diesbezüglich verbieten Anschläge, welche indes lediglich den Zweck haben, die Bahnverwaltungen vor Schadenersatzansprüchen zu decken, solche Voreiligkeiten, doch kehrt sich Niemand daran. Bei Zügen, welche die Straßen einer Stadt passiren, kann man häufig die Beobachtung machen, daß Personen in der Nähe ihrer Wohnungen auf- und abspringen, ohne daß sie daran gehindert würden. Daß bei allen diesen Freiheiten auf amerikanischen Bahnen mehr Fahrgäste zu Grunde gehen als auf den unserigen, wo die Befolgung der zur Sicherheit der Reisenden aufgestellten Vorschriften eventuell erzwungen wird, ist zweifellos, wenn auch nicht ziffermäßige Belege gegeben werden können.

Obwohl die Privatgesellschaften (Pullman, Wagner, Woodruff, Silver Palace-Car Co.) bezüglich der Einstellung ihrer Luxuswagen in die fahrplanmäßigen Züge eine Art von Monopol ausüben, muß gleichwohl anerkannt werden, daß trotz dieser Vorzugsstellung der genannten Unternehmungen dieselben bestrebt sind, das reisende Publicum nach Kräften — ja vielfach über die wirklichen Bedürfnisse hinaus — zu befriedigen. Die zwischen den Gesellschaften und den Bahnverwaltungen getroffenen Vereinbarungen gehen dahin, daß erstere für die Beistellung der Luxuswagen, beziehungsweise für ihre Beheizung, Beleuchtung und Reinhaltung Sorge tragen und einen eigenen Conducteur, welcher die zu entrichtende Mehrgebühr zu beheben hat, bestellen; die Bahnverwaltungen, über deren Linien Luxuswagen verkehren, heben von jedem Reisenden die normale Fahrgebühr ein und haben die Verpflichtung, ohne besondere Entschädigung den Wagen zu befördern, die Achslager zu schmieren, die Stationsverschiebungen vorzunehmen und, falls der Wagen verunglücken sollte, ihn entweder vollkommen wieder in Stand zu setzen, oder die vereinbarte Entschädigung zu zahlen.

---

3. Die Güterwagen.

Die Güterwagen bilden diejenige Kategorie der Eisenbahnfahrzeuge, welche den Hauptstock des Fahrparkes ausmacht und welche am meisten in Anspruch genommen wird. Diese Wagen sollen daher möglichst solid gebaut und sehr leistungsfähig sein; sie sollen ein geringes todtes Gewicht haben und so einfach construirt sein, daß das Reparaturbedürfniß auf ein Minimum sich stellt. Von besonderer Wichtigkeit ist das Verhältniß des todten Gewichtes zum Fassungsraum und zur Tragfähigkeit, weil die Belastung der Züge der bestimmende Factor ist. Dieses Verhältniß hängt nun theils von der Art des zur Construction der Wagen verwendeten Materials, theils von der Construction selbst ab. Holz und Eisen sind die Hauptbestandtheile der Güterwagen; das Laufwerk und das Traggerippe, die Zug- und Stoßvorrichtungen bestehen aus Stahl oder Eisen, der Kasten aus Holz, welcher durch Eisenbeschlag festgehalten wird. Eiserne, mit Blech verschalte Kasten geben ein Mehrgewicht von 50 Procent. Bei Wagen, wo der Oberkasten ganz wegfällt oder nicht geschlossen construirt ist, wird ein sehr bedeutendes Gewicht erspart, welches zwischen 700 bis 1800 Kilogramm beträgt.

Aus diesen Andeutungen ergiebt sich, daß die Güterwagen bezüglich der Anordnung ihrer constructiven Theile in eine Reihe von Typen zerfallen, je nach dem Zwecke, dem sie zu dienen haben. Man unterscheidet demgemäß Colliwagen, Viehwagen, Kalkwagen, Schienenwagen, Holztransportwagen (Plateauwagen), Kleinviehwagen u. s. w. Bezüglich der Construction des Wagenoberkastens unterscheidet man offene und gedeckte Güterwagen. Die anderen Unterscheidungsformen, nach der Zahl der Achsen, der Tragfähigkeit, Wagen mit oder ohne Bremsen, sind weniger bemerkenswerth. Schließlich zerfallen die Güterwagen, wie bereits angedeutet, nach dem Materiale des Wagenunterkastens in hölzerne, eiserne und solche aus Holz und Eisen.

Im Allgemeinen zeigen die Güterwagen eine große Musterkarte von Typen, welche einerseits durch die größere Zahl der früheren Privatbahnen, anderseits durch Berücksichtigung der verschiedenen Wünsche der Verfrachter entstanden sind. Desgleichen haben die divergirenden Anschauungen der Techniker rücksichtlich der einzelnen Constructionen wesentlich zur Vermehrung der Typen beigetragen. In jüngster Zeit hat sich indes, wenn auch langsam, eine gewisse Zahl bestimmter Arten herausgebildet, die aber immer noch recht groß ist und auch noch vermehrt wird. Letzteres kann man nur billigen, wenn damit ein Fortschritt erzielt und Erleichterungen im Gebrauch erreicht werden. Einzelne Bedürfnisse werden durch sogenannte Specialwagen zu befriedigen gesucht.

Ganz aus Holz hergestellte Güterwagen findet man nur mehr auf den ältesten Bahnen, dann vornehmlich in England, wo Wagen mit hölzernen Langträgern ohne beweglichen Puffern noch vielfach in Verwendung stehen, insbesondere

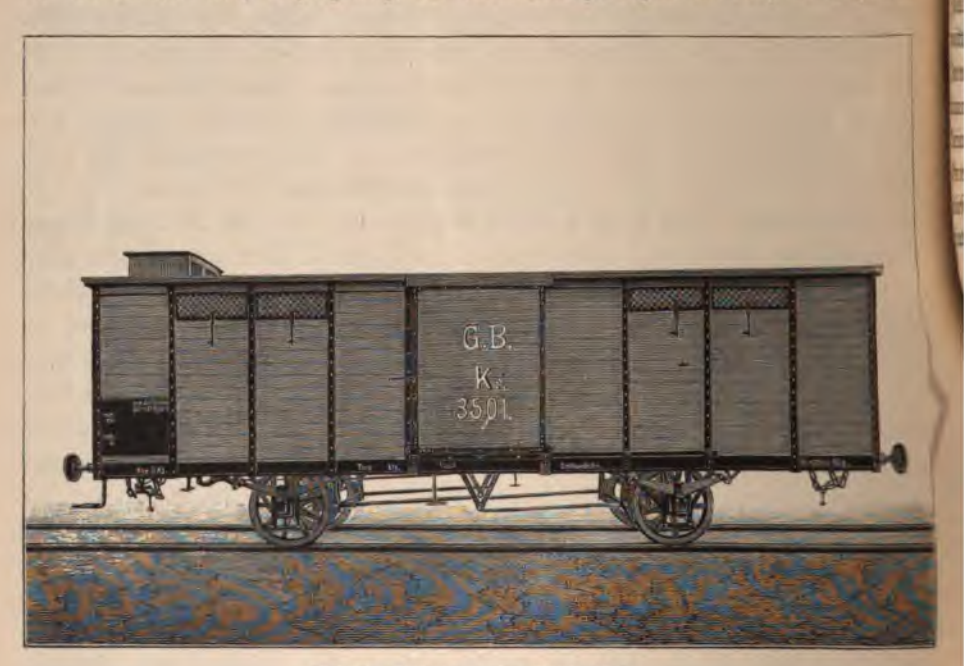
bei den Privatbahnen. Das Vorhandensein einer so großen Zahl von Wagen mit unelastischen Puffern in Verbindung mit dem Umstande, daß an den Güterwagen sich fast nur Handbremsen und sehr selten Spindelbremsen vorfinden, beweist, daß man in England in Bezug auf die Sicherheitsvorrichtungen an den Güterzügen weit weniger schwierig ist als auf dem Festlande. Man kann Güterzüge fahren sehen, welche nur eine einzige während der Fahrt in Thätigkeit zu setzende Bremse in einem besonders hierfür eingestellten Wagen haben. Mancher leere Kohlenzug der Privatwagen-Gesellschaften fährt sogar ohne jede Wagenbremse.

Auf dem Continente verschwindet das Holz mehr und mehr, um dem Eisen Platz zu machen, namentlich bei denjenigen Wagen, welche dem Massenverkehr dienen sollen und dabei naturgemäß sehr beansprucht werden. So sind z. B. die Erfahrungen mit den eisernen als günstig zu bezeichnen. Neuerdings werden auch eiserne Kalkwagen, deren Seitenwände aus gebuckeltem Eisenblech bestehen, hergestellt. Nirgends ist das Eisen mehr angebracht, als bei den jederzeit sehr rauh behandelten Güterwagen. Gut durchgebildete Ausführungen sind aber noch nicht sehr zahlreich, was wohl beim weiteren Ausbau von 15- bis 30-Tons-Wagen zu erwarten ist. Ein weiterer Uebelstand ist, daß gewisse Constructionstheile meist sehr schwer gemacht werden, wodurch die todte Last eine unwillkommene Erhöhung erfährt. Anderseits fällt man wieder in den entgegengesetzten Fehler, z. B. bei den Pufferbohlen, bei denen das hierzu verwendete Profileisen im Stege viel zu dünn ist, so daß beschädigte Pufferbohlen häufig zu sehen sind. In dieser Beziehung haben sich die hölzernen Pufferbohlen weit besser bewährt. Auch die Puffer und die Zugvorrichtungen stehen vielfach noch nicht auf der Höhe der Zeit. Den früher sehr vernachlässigten Bremsvorrichtungen wendet man jetzt, in Anbetracht der wünschenswerthen größeren Fahrgeschwindigkeit, erhöhte Aufmerksamkeit zu und sind auch Versuche mit durchgehenden Bremsen angestellt worden. Ein schwieriges Moment bei der Einführung der letzteren besteht darin, daß Güterzüge fast in jeder Zwischenstation Wagen aufzunehmen beziehungsweise zurückzulassen haben, wodurch die Rangirmanipulationen bei Anwendung der durchgehenden Bremsen erheblich complicirter werden. Bei durchgehenden Eilgüterzügen im Fernverkehr tritt dieser Uebelstand zurück.

Was das Laufwerk der Güterwagen anbelangt, hat das bisher verwendete Material für Achsen und Räder im Großen und Ganzen den an dasselbe gestellten Anforderungen entsprochen. Für Achsen ist unbedingt Tiegelgußstahl, für Radsterne Schmiedeeisen, für Tyres, welche gebremst werden, Bessemerstahl oder Tiegelgußstahl zu verwenden, doch hat die längere Laufzeit der letzteren bei Güterwagen, die ohnedies periodisch ausgebunden werden müssen, weniger für sich, als bei Personenwagen, weil sie doch viel theuerer sind, als der genügende Bessemerstahl. Dagegen sind für Bremsräder Schalengußräder zweckentsprechend, wenn sie auch nur beschränkt zur Verwendung kommen. Bei den Achslagern und ihren Nebentheilen scheint die wünschenswerthe Einfachheit und Zweckmäßigkeit noch nicht erreicht zu

sein, da diese Theile, insbesondere die gußeisernen Lagerkasten und ihr Zubehör, noch häufig Beschädigungen erleiden. Will man die jetzige, der Herabminderung des todten Gewichtes zu statten kommende leichte Ausführung beibehalten, so empfiehlt sich die Verwendung eines besseren Materials. Dabei ist großes Gewicht auf einfache Construction, welche eine geringe Wartung beansprucht, zu legen: keine complicirten Schmierpolster, sondern obere Schmiere mittelst Docht, von außen durch den schiefen Deckel leicht zugänglich.

Wie bei den Locomotiven, ist auch bei den Güterwagen der Radstand selbst bei den neueren noch recht gering, bei den älteren Wagen im Verhältniß zu ihrer



Gedeckter Güterwagen der Gotthardbahn.
(Nach einer Photographie des Constructeurs Maschinenbau-Gesellschaft in Nürnberg.)

meist sehr geringen Länge sogar günstiger. Auch hier hat der kurze Radstand große überhängende Gewichte im Gefolge, wodurch die Wagen unruhiger laufen, sich an den Puffern in ungünstiger Weise berühren, sobald sie in die Bahnkrümmungen gelangen, im Zuge mehr Widerstand verursachen und in Folge dessen mehr Zugkraft beanspruchen. Die Räder werden schneller abgenützt, alle Theile des Wagens leiden mehr und auch der Oberbau wird übermäßig in Anspruch genommen. Dagegen ist bezüglich der Abfederung der Güterwagen ein erheblicher Fortschritt gegen früher zu verzeichnen.

Auf den nachfolgenden Seiten sind die wichtigsten Typen von Güterwagen nach photographischen Originalen abgebildet und wollen wir dieselben nun der

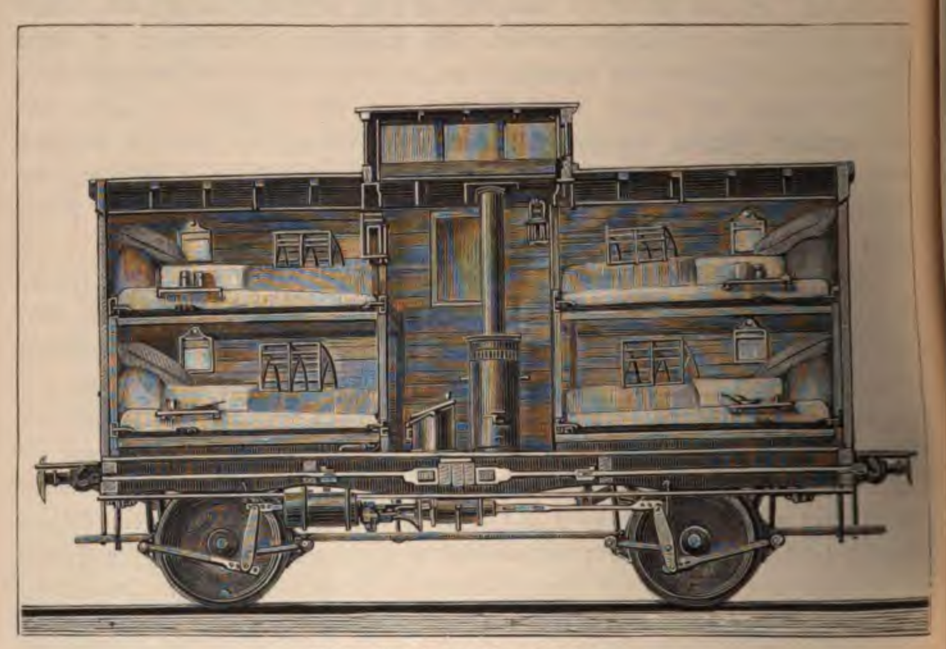
Reihe nach vornehmen. Die bekannteste, auf dem Continente vorwiegend in Verwendung stehende Type ist der gedeckte Güterwagen. Er dient hauptsächlich zur Beförderung solcher Güter, welche des sorgfältigen Schutzes gegen Witterungseinflüsse bedürfen, oder aus anderen Rücksichten unter Verschluß befördert werden müssen. Ein solcher Wagen hat einen ganz geschlossenen, mit einer gewölbten Decke versehenen Oberkasten, dessen Gerippe aus Eichenholz oder Eisen hergestellt ist. Das Gerippe erhält innen eine Bekleidung mit horizontalen Fugen verlegter Bretter, außen gleichfalls eine Holzverschalung mit vertical gestellten Fugen, oder eine Bekleidung von Eisenblech. Die Decke besteht meist von Holz mit gefirnißtem Zeugüberzuge. In der Mitte der Längswände sind Eingänge ausgespart, welche mittelst Rollthüren verschlossen werden. Da geschlossene Güterwagen in ihrem Innern eine hohe Temperatur aufweisen, welche vielen Waaren verderblich werden kann, pflegt man den Wagen einen Anstrich von hellerer Farbe zu geben und kleine vergitterte Fenster anzubringen. Einfache Täfelung mit vertical gestellten Brettern ist empfehlenswerther als solche mit viereckigen Feldern in Rahmen, weil diese leicht springen oder aus den Fugen gehen und hierdurch umständliche Reparaturen erheischen.

Die geschlossenen Güterwagen kommen auch beim Transporte von Truppen und Pferden zur Verwendung und bedürfen diesfalls einer entsprechenden Einrichtung. Für den Transport von Mannschaften werden Bänke eingestellt, welche zweckmäßig an den Längswänden und in der Mitte angebracht werden, um das Aus- und Einsteigen nicht zu behindern. Pferde werden rechts und links von dem durch die Thüröffnungen bezeichneten Mittelraume, und zwar drei zu drei, mit den Köpfen nach dem Mittelraume hin, untergebracht. Letzterer ist beiderseits durch Schlagbäume abgegrenzt und dient den Wärtern zum Aufenthalte. Um eine kräftige Ventilation zu erzeugen, werden die Rollthüren offen gelassen, jedoch zur Sicherheit der Wärter beiderseits mit Schlagbäumen in Brusthöhe verlegt. In anderer Weise werden Luxuspferde transportirt. Die hierfür bestimmten Wagen haben Stirnwände und ist der Innenraum in förmliche Stände, mit gepolsterten Scheidewänden, eingetheilt. Die Pferde stehen demgemäß nach der Breite des Wagens, was insoferne ein Uebelstand ist, als die ersteren beim heftigen Anziehen der Wagen leicht fallen und dann umsichschlagen, wobei sie leicht Schaden nehmen können.

Außer für den Truppen- und Pferdetransport werden die geschlossenen Güterwagen auch für Sanitätszwecke eingerichtet. Solche Wagen bieten unter Umständen eine große Hilfe, aber ihre primitive Einrichtung entspricht nicht den wünschenswerthen Bedingungen, um den Transport schwer verwundeter Leute auf größere Entfernungen sicherzustellen. Diese Erwägung hat die leitenden Kreise dahin geführt, die Eisenbahntransportmittel für Kriegszwecke in entsprechender Weise zu vervollkommnen, und es sind in neuerer Zeit Sanitätszüge entstanden, die für wirklich rollende und gut eingerichtete Spitäler gelten können. Sie sind im

Kriege mit eigenen Mitteln ausgestattet und haben die Aufgabe, während des ganzen Feldzuges den Dienst zwischen den Feldlazarethen und heimatlichen Spitälern zu unterhalten.

Die beigegebene Abbildung veranschaulicht den »Verwundetenwagen« eines französischen Sanitätszuges, der aus einer größeren Zahl solcher Wagen, außerdem aus einem Aerztewagen und einem Küchenwagen besteht. Die Einrichtungen sind vortrefflich; es frägt sich aber, ob ein solcher Fahrpark, der in der langen Friedenszeit fast beständig remisirt ist, nicht etwas kostspielig sich gestaltet, da die Nichtbenützung gleichbedeutend mit langsamer Abnützung ist. Ein solches Wagen-



Wagen eines französischen Sanitätszuges.

material könnte im Augenblicke des Gebrauches möglicherweise ganz und gar den Dienst versagen.

Der hier vorgeführte Verwundetenwagen hat acht Betten. Der Construction der Federn und der Befestigungsart der Betten wurde mit Rücksicht auf ihre Bestimmung eine ganze besondere und sorgfältige Aufmerksamkeit zugewendet. Außer dem sehr elastischen Federwerk sind zwischen den Wänden und den Matratzen Fütterungen aus Wollstoff angebracht. Jeder solche Wagen ist in der Mitte mit einer Beleuchtungsvorrichtung versehen, die in Verbindung mit kleinen Guckfenstern, die sich an den Thüren befinden, eine gute Ventilation gestattet. Der Mittelraum enthält einen Ofen, der mit allen erdenklichen Gesundheits-Schutzeinrichtungen und überdies mit einer Plattform zum Wärmen von Speisen und Getränken ein-

gerichtet ist. Der Boden ist mit Linoleum bedeckt, eine Bodenklappe gestattet die rasche Entfernung des Kehrrichts. Ebenso praktisch sind die übrigen Wagen, jener für die Aerzte, für die Wärter und der Küchenwagen, eingerichtet, die wir jedoch übergehen.

Wir haben weiter oben erwähnt, daß in gedeckten Güterwagen die in denselben herrschende Temperatur eine beträchtliche ist. Bei Täfelung mit Eisenblech steigt die Hitze mitunter auf 40 bis 50° R. Hellerer Anstrich und kleine Gitterfenster helfen dem Uebelstande nur theilweise ab, indem sie sich bei Transporten



Extrawagen mit Drehgestellen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: F. Ringhoffer in Prag-Smichow.)

von gewissen Artikeln als unzureichend erweisen. Es gilt dies vornehmlich von Fleisch und Bier. Bei den Bierwagen behilft man sich mit hellem Anstrich und festem Verschluß. Fleischwagen hingegen bedürfen einer kräftigen Ventilation, welche durch in der Decke und dem Boden angebrachte Oeffnungen erzielt wird. Die circulirende Luft streicht über Eisbehälter, wodurch die Temperatur sehr niedrig gehalten wird. Neuerdings ist vielfach ein besonderer Fleischwagen (Schreiber's »Eiswagen«) in Verkehr getreten, bei welchen die Luftlöcher vermieden werden. Im Innern des Wagens befindet sich ein an dessen Decke befestigter Kasten, welcher fast eine Tonne Eis aufnehmen kann. Die Kastenwände sind doppelt und der Zwischenraum ist mit Isolirmaterial (Kuhhaaren, Sägemehl), welches die Außenwärme abhalten soll, ausgefüllt. Das Fleisch selbst hängt auf Stangen, wobei die einzelnen Stücke sich

nicht berühren dürfen. In einem solchen Wagen herrscht eine durchschnittliche Temperatur von 0 bis 5° R. Das an den Außenflächen des Eiskastens sich condensirende Wasser, sowie das Schmelzwasser läuft durch eine Rinne ab.

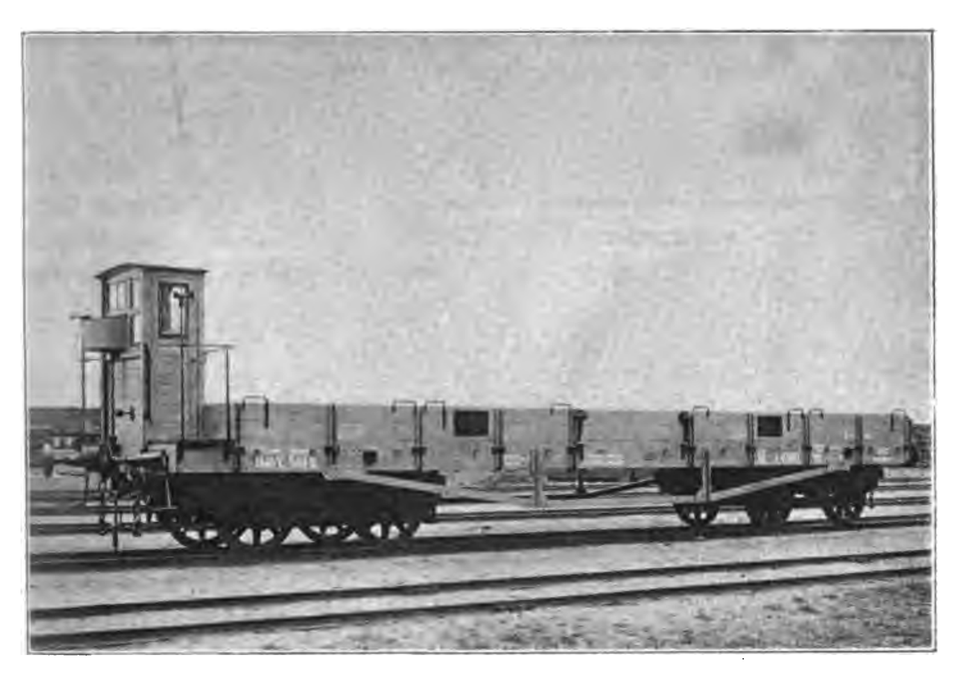
Geschlossene Güterwagen werden ferner für verschiedene Bedürfnisse, für Fabriken und besondere Waarentransporte zweckentsprechend eingerichtet und führen dieselben gemeinhin die Bezeichnung Extrawagen. Sie werden durchaus von Privaten beigestellt, zählen also nicht zum normalen Fahrpark der Bahnverwaltungen.

Die continentalen Zollverhältnisse bedingen die weitgehendste Anwendung der gedeckten Güterwagen gegenüber den offenen Güterwagen. Selbst der Ersatz der schweren Kasten durch Theerdecken ist nur bei gewissen Frachten zulässig. Die allgemein herrschende Tragfähigkeit ist 10 Tons für bedeckte, 11·25 Tons für offene Wagen; als Gewichtsminimum kann für gedeckte Wagen mit Bremse und eisernem Gerippe bei 4 Meter Radstand und etwa 6·5 Meter Kastenlänge 6·5 Tons, ohne Bremse 6 Tons, für offene Wagen 5·5, respective 5 Tons angenommen werden. Es stellt sich demnach die Tara zum Brutto beim vollbeladenen gedeckten Wagen wie 1 : 2·5 bis 1 : 3·0 (ohne Bremse) beziehungsweise wie 1 : 2·25 bis 1 : 3·0 (mit Bremse); beim offenen Wagen hingegen wie 1 : 3·0 bis 1 : 3·8 beziehungsweise wie 1 : 2·4 bis 1 : 3·0. Indem die volle Gewichtsladung aber nur bei Massengütern (Eisen, Holz, Steinen, Getreide, Papier ꝛc.) möglich ist, ergiebt sich, wie sehr die todte Last den Ertrag beeinflußt, und dies umsomehr, je geringer die Verfrachtung von Massengütern ausfällt, die Zahl der Bremsen wegen Steigungen dagegen wächst.

Die offenen Güterwagen dienen zum Transporte solcher Güter, welche den Wettereinflüssen nicht unterliegen. Um gleichwohl gewisse Ladungen zu schützen, werden dieselben mit Theerdecken zugedeckt und diese entsprechend verschnürt. Bei Kalkwägen legt man Deckel auf. Im Allgemeinen bilden die offenen Güterwagen ein sehr gutes Transportmittel, da sie sich bei Benützung von Krahnen rasch laden und entladen lassen. Deshalb findet man in England, wo der Drehscheibenbetrieb die Anwendung von Captans (vgl. S. 235) und hydraulischen Aufzügen geradezu offene Güterwagen verlangt, diese dortselbst zahlreich vertreten. Diese Wagen sind zugleich fast durchgängig mit beweglichen Bodenklappen versehen, wodurch die meisten Rohmaterialien ungleich schneller und in wenig kostspieliger Weise entladen werden können. Selbstverständlich müssen, um die Bodenklappen für die Entladung benützen zu können, entsprechende Baulichkeiten vorhanden sein.

Ein hervorragendes Beispiel hierfür bietet die lange und erheblich ansteigende Hochbahn, welche vom Bahnhof Kings-Croß der Great Northern-Bahn in London zu den anstoßenden Etablissements der Imperial-Gaswerke auf einem Viaduct geführt ist. Noch interessanter sind Anlagen dieser Art, welche bei Middlesborough von den dortigen zahlreichen Hochofenwerken ausgeführt sind. Bei allen diesen Werken in der dortigen fast ganz flachen Gegend findet sich eine auf 4—5 circa

10 Meter hohen Pfeilern liegende Schienenbahn, unterhalb welcher in den durch die Pfeiler gebildeten circa 8 Meter breiten Abschnitten die Magazine für Erze, Kalksteine und Coaks liegen. An diese Bahn werden die Eisenbahnwagen zu ebener Erde herangeführt, alsdann durch eine hydraulisch bewegte Platte hinaufgehoben, oben über den betreffenden Magazinen durch öffnen der Bodenklappen entladen und auf der entgegengesetzten Seite der Hochbahn durch die hydraulische Vorrichtung wieder auf das Anschlußgeleise hinabgesenkt. Die Einrichtung erscheint



Offener Güterwagen mit Drehgestellen.

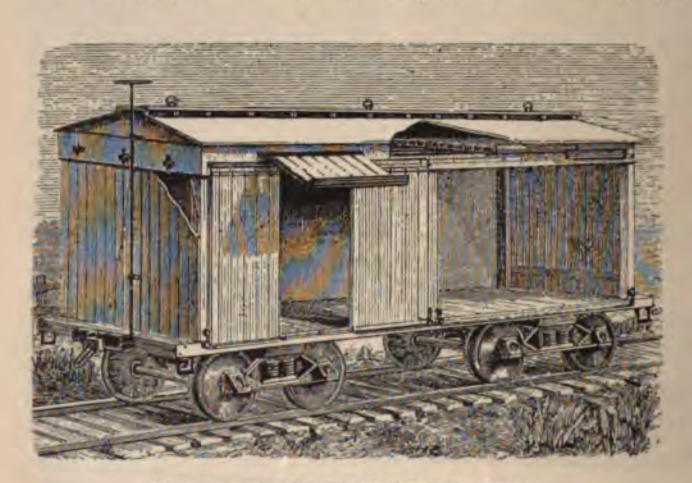
(Nach einer Photographie des Constructeurs: J. Ringhoffer in Prag-Smichow.)

überall in der nämlichen Gestalt und empfiehlt sich durch ihre Einfachheit, sowie durch die Leichtigkeit, mit welcher sie sich auf beschränktem Raum anbringen läßt. Hier zu Lande erfolgt die Beladung der offenen Güterwagen, wenn es sich um Kohlen, Erze, Steine (Schotter) u. dgl. handelt, meist mittelst schiefer Rinnen, die von Gerüsten ausgehen, auf welchen die Züge der betreffenden Förderbahnen verkehren.

Der Kasten der offenen Güterwagen (Lowries) besteht aus mäßig hohen Wänden (Borden), und zwar ist die Höhe bald größer, bald geringer, so daß man »Hochbordwagen« und »Niederbordwagen« unterscheidet. Die letzteren haben meist die Einrichtung, daß man sie erforderlichenfalls durch Anbringung von Aufsätzen in Hochbordwagen verwandeln kann. Für Steinkohlentransporte erhalten die Wagen

Borde zum Umlegen, um die Entladung leichter und rascher vornehmen zu können. Fallweise können die Borde ganz abgenommen werden, so daß nur der ebene Boden des Kastens zur Aufnahme der Ladung (z. B. Schwellen, Schienen) erübrigt.

Da die offenen Güterwagen, wenn sie nicht bis zum vollen Durchgangsprofil aufgepackt werden können, einen verhältnißmäßig beschränkten Laderaum haben, behilft man sich mit längeren Wägen. Indes ist hier die Länge, soweit es sich um zweiachsige Wagen handelt, von vornher gegeben. Um ein günstiges Verhältniß zu gestalten, wendet man Trucks an; jedoch sind lange Wagen dieser Art nur dann von Vortheil, wenn nicht vorwiegend schwere Massengüter transportirt werden. Ihre Zahl ist dann zu beschränken, wenn nicht etwa Vieh, Stück- oder Colonial- und Industrieproducte leichterer Natur vorhanden sind, weil die Tragfähigkeit jedenfalls als Grenze der Fassung gilt. Etwa 22 Cubikmeter genügen fast allen schweren Massengütern, während bei Thieren, Coaks, Torf, Stroh die volle Ladung nie erreicht wird.

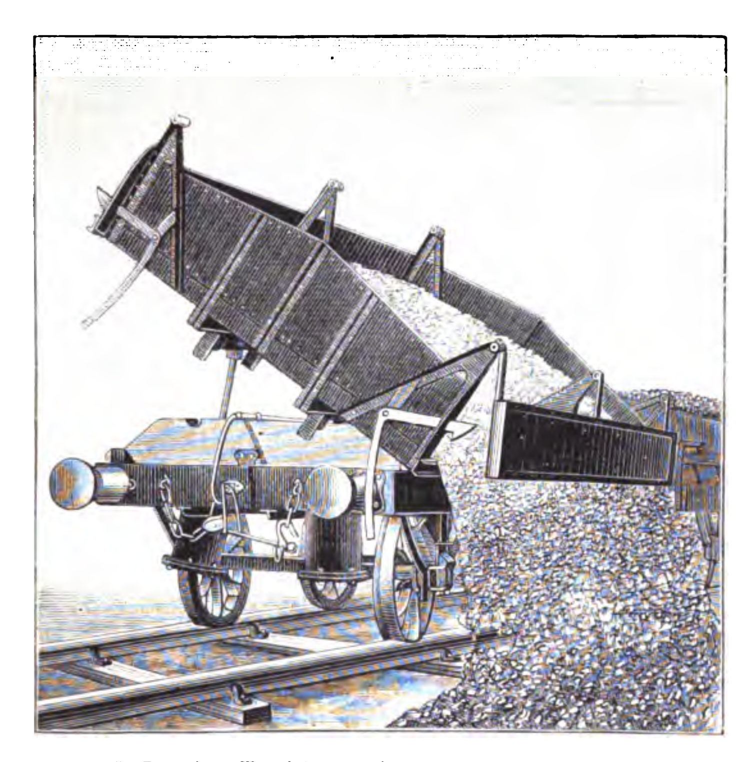


Abdeckbarer gedeckter amerikanischer Güterwagen.

Eine amerikanische Wagenconstruction neuester Art gestattet, einen und denselben Wagen je nach Bedarf, entweder als gedeckten, geschlossenen oder sogenannten Plattformwagen zu benützen; ja, es ist sogar möglich, den Wagen auch nur theilweise seiner Längswände zu entkleiden, je nachdem eine leichte und rasche Entladung dies erfordert. An den vier Ecken der Plattform dieses Wagens sind Holzsäulen aufgestellt, die am oberen Ende durch einen Rahmen aus Eisen zusammengehalten werden. Auf diesem Rahmen ruht das Dach, indem es sich mit einer Flansche gegen dessen innere Seite stützt. Mittelst mehrerer Ringe, welche auf dem Dache befestigt sind, kann dasselbe durch Krahne oder andere Vorrichtungen gehoben werden. Die Stirnwände sind definitiv hergestellt; die Längswände bestehen aus einer Reihe sich übergreifender Thüren, deren jede an ihrem oberen Ende eine L-förmige Flansche trägt, mit welcher sie auf einer Führung am Metallrahmen hängt. Auf solche Weise ist es ermöglicht, die Thüre vertical zu stellen, sie aber auch nach auswärts zu drehen, in horizontale Lage zu bringen und hierauf unter das Dach einzuschieben, wo sie auf Längsträgern ruht, die an den beiden

Stirnwänden in besonderen Schuhen lagern. Am unteren Ende sind die Thüren mit einer Flansche versehen, welche deren leichte Verschiebung auf eine Schiene gestattet, die an den beiden Ecksäulen durch Gelenke und an der einsetzbaren Mittelsäule durch ein eigenes Schloß befestigt ist.

Für das Entladen der Eisenbahn-Materialwagen wird bekanntlich noch allgemein nur Menschenkraft benützt, wodurch sich diese Arbeit zeitraubend, umständlich und kostspielig gestaltet. Um dem abzuhelfen, bedient man sich der sogenannten



E. Chevalier's Materialwagen mit pneumatischer Kippvorrichtung.

Kippwägen, die aber gleichfalls nur durch Menschenkraft bedient werden. Abweichend hiervon besorgt eine neue Construction, welche von dem französischen Ingenieur Buette herrührt und vom Ingenieur Chevalier ausgeführt wurde, das Umkippen durch eine pneumatische Vorrichtung. Solche Wagen sind seit längerer Zeit auf mehreren französischen Bahnen in Verwendung und haben sich dieselben vortrefflich bewährt.

Wie die beigefügte Abbildung zeigt, sind zu jeder Seite der Längsachse eines solchen Wagens in entsprechender Entfernung von ihr an der unteren Bodenfläche des Kastens je drei mit Kolben versehene Stangen mittelst Gelenken befestigt. Die Kolben bewegen sich in oscillirenden Cylindern, welche vom Wagengestelle getragen

werden. Je nachdem nun der Kasten nach der einen oder anderen Seite entleert werden soll, müssen die drei dieser Seite entgegengesetzt liegenden Kolben gehoben werden. Hierbei ist die Anordnung so getroffen, daß die jeweilige Drehungsachse des Kastens mit jener der Kolbenstangen, welche außer Thätigkeit sind, zusammenfällt. Die comprimirte Luft, welche als Betriebskraft dient, wird in besonderen, auf einem oder mehreren Wagen befindlichen Reservoirs aufgespeichert, von welchen aus die durch ein den Wagen entlang laufendes Hauptrohr und durch kürzere Zweigrohre in die Cylinder geleitet wird. Für die Steuerung beider Cylinder, d. h. für die Zuleitung der Luft in die eine oder andere Cylinderreihe jedes Wagens, dient ein gewöhnlicher Dreiweghahn.

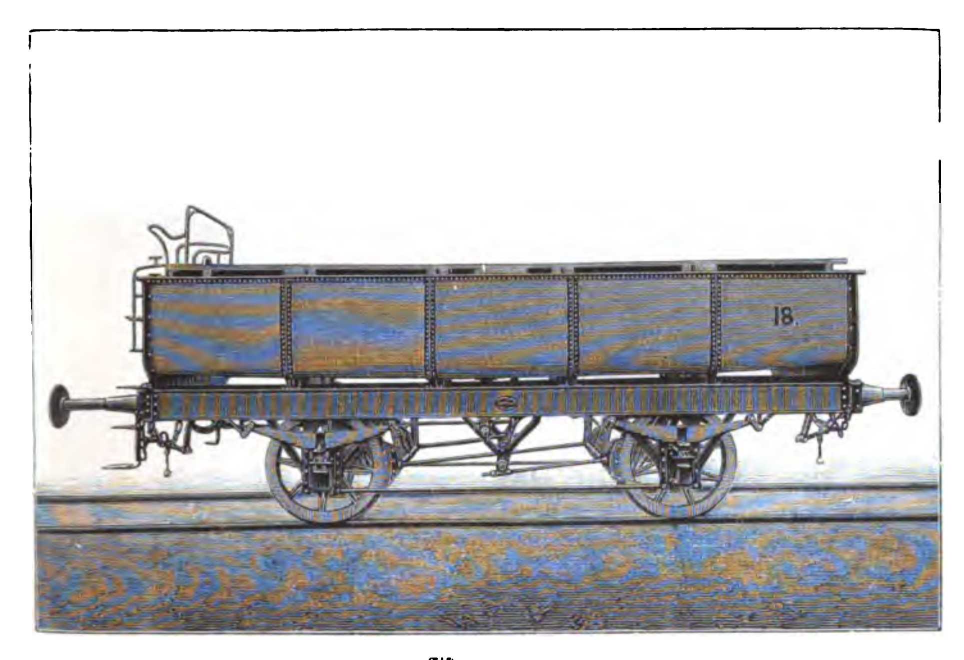
In Folge der entsprechenden Bohrungen dieses an jedem Wagen angebrachten, mit einem Handgriffe zu bewegenden Hahnes ist es durch einfache Manipulation mit demselben möglich, alle Wagen eines Materialzuges, oder — wenn erforderlich — auch nur einen Theil derselben, nach der einen oder anderen Seite zu kippen; bei den nicht zu entladenden Wagen ist der Hahn so zu stellen, daß die comprimirte Luft nur durch die Hauptleitung ziehen kann. Nach der Entleerung des Kastens genügt es, die Hauptleitung mit der äußeren Luft in Verbindung zu setzen, damit derselbe in Folge seines Eigengewichtes in die normale Lage zurückkehrt.

Auch das Oeffnen und Schließen der Seitenthüren der Wagen wird automatisch bewirkt. Zu diesem Behufe sind die Thüren mittelst Charnieren an eisernen Stutzen aufgehängt und werden durch einen Haken, der an einem rechtwinkeligen, um eine Achse drehbaren Hebel angebracht ist, und einen kleinen, an der Seite der Thüre befindlichen Zapfen umfaßt, geschlossen gehalten. Sobald der Kasten gehoben wird, stößt der nach abwärts hängende Hebelarm an das Puffergehäus, wird daher in seiner Bewegung gehemmt und zwingt den Haken, sich von dem Zapfen abzuheben, so daß sich die Thüre öffnet. Wird der Kasten nach seiner Entleerung in die normale Stellung zurückgelassen, so hängt sich auch der Haken — wie leicht zu erkennen ist — wieder selbstthätig in den Zapfen ein und hält hierdurch die Thür geschlossen.

Handelt es sich um die Ausführung einer bestimmten Arbeit, z. B. um eine Anschüttung, so kann es von großem Vortheil sein, sämmtliche Wagen eines Materialzuges auf einmal nach der einen oder anderen Seite zu entleeren. In diesem Falle läßt sich die Einrichtung so treffen, daß die Manipulation von der Locomotive aus — ähnlich wie bei den Luftdruckbremsen — erfolgt. Statt an jedem Wagen wird nur an der Locomotive ein Hahn angebracht; die Rohrleitung sammt Abzweigungen wird durch zwei Leitungen, und zwar je eine für die rechts- beziehungsweise linksseitigen Cylinder, ersetzt.

Für die Anschüttung von Dämmen und Plateaus, sowie auch für die Verbreiterung solcher Unterbauten ist die seitliche Entleerung der Materialwagen von Vortheil; für die Beschotterung von Geleisen ist es jedoch weit besser, das Bettungs-

material gleich direct vom Wagen zwischen die Schienen zu bringen. Für diesen Zweck hat Chevalier eine zweite Wagentype construirt, welche von der eben beschriebenen nur durch die Anordnung des Kastens abweicht. Die Bethätigung der Kolben geschieht auf die oben angegebene Weise durch einen auf der Locomotive angebrachten Hahn. Auch das Oeffnen und Schließen der Thüren wird automatisch auf gleiche Art, wie früher beschrieben, bewerkstelligt. Selbstverständlich läßt sich an Stelle der comprimirten Luft auch verdünnte Luft anbringen. Es würde dies jedoch wegen des geringen Ueberdruckes, welcher für die Bewegung



Cisternenwagen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenbau-Actiengesellschaft in Nürnberg.)

der Kolben vorhanden ist, eine ziemlich beträchtliche Vergrößerung der Cylinderdurchmesser und die Einschaltung einer Transmission für das Heben des Kastens erforderlich machen.

Eine specielle Art der Bordwagen sind die Cisternenwagen, welche ganz aus Eisen construirt sind. Ihrer Borde gänzlich entkleidete offene Güterwagen werden Plateauwagen genannt. Durch die Vereinigung zweier solcher Wagen entsteht der Langholzwagen, der übrigens auch zum Transporte anderer, ungewöhnlich langer Gegenstände (z. B. Kessel, Brückentheile u. s. w.) dient. Es leuchtet ein, daß derlei Gegenstände nicht ohne weiteres auf die hierzu bestimmten beiden Wagen gebracht werden können, weil die Reibung der Ladung auf den Böden der Wagen deren radiale Einstellung in den Curven verhindern würde. Es würde sich einfach

ein langer Achträder mit festen Achsen ergeben. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wird auf jedem Wagen in dessen Mitte eine Vorrichtung angebracht, welche der Hauptsache nach aus einem um einen Mittelzapfen (»Reitnagel«) beweglichen Balken und zwei seitlichen, auf- und niederklappbaren Armen besteht. Auf dem Balken und zwischen den Armen jedes Wagens kommen die Langhölzer (Kessel, Brückentheile) zu liegen. Die Wagen bewegen sich unabhängig von einander durch

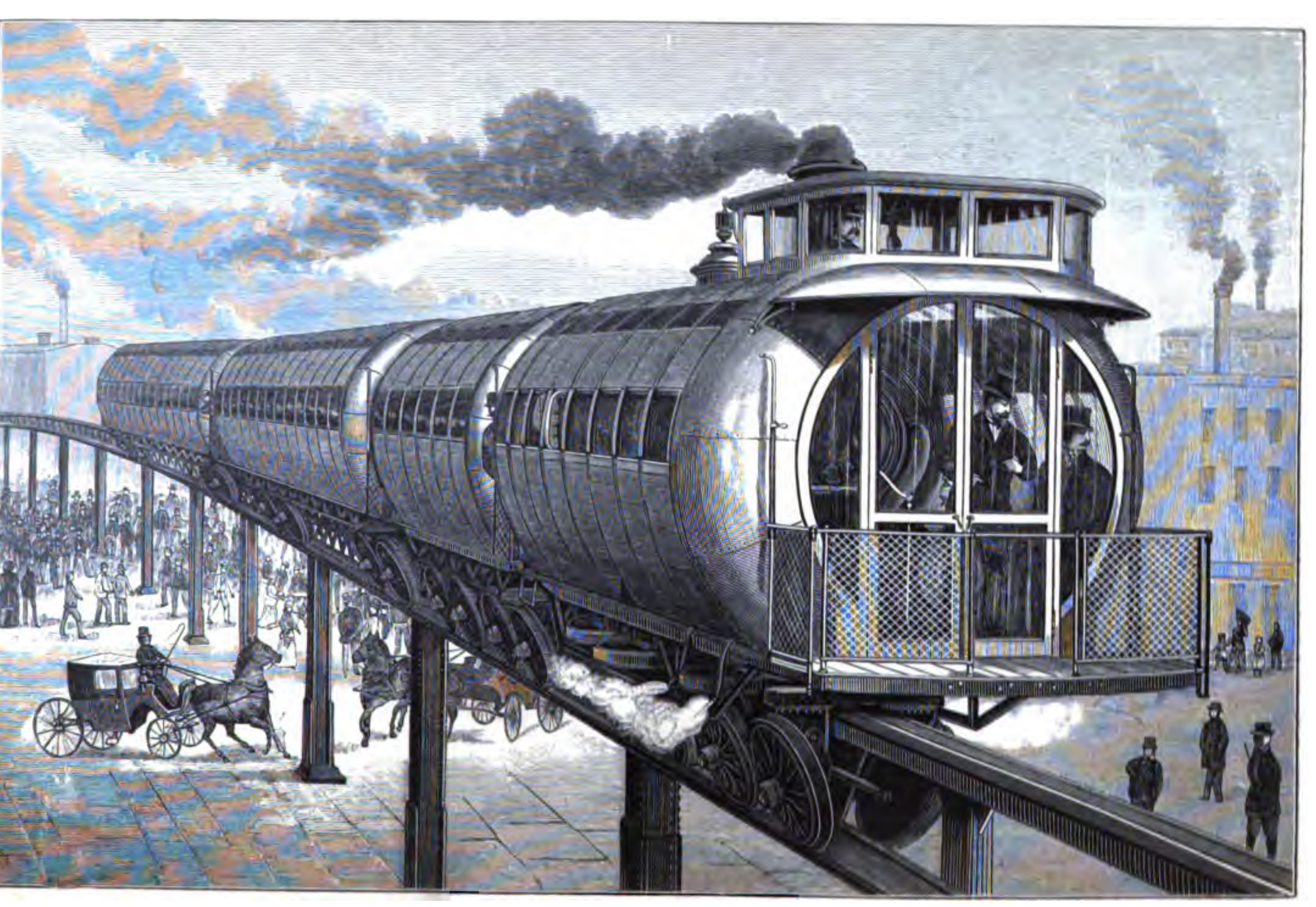


Transport einer eisernen Brücke (Nordamerika).

die Curven, indem die dieser Art angeordneten »Wendeschemel« um ihre Zapfen sich drehen.

Um zu verhüten, daß die Ladung in Folge des Spielraumes der Zugapparate sich auf den Wendeschemeln verschiebe, wird eine feste Kuppelung angebracht. Mitunter macht man noch überdies die Elasticität der Federn an der Zugvorrichtung durch Einschieben eines Bolzens hinter den Zughaken unwirksam.

Bei manchen auf diese Weise transportirten Gegenständen erscheint es unthunlich, die ganze Last blos auf den beiden Wendeschemeln aufruhen zu lassen. Man unterstützt erstere dann durch eine auf und zwischen den Wendeschemeln hergestellten Bodenfläche, oder durch entsprechend angebrachte Längsträger (Balken),



John Meigs Hochbahn in Boston.

wodurch eine gleichmäßige Lagerung erzielt wird. Auf diese Weise können übrigens auch kürzere, aber sehr schwere Gegenstände, für deren Gewicht ein einzelner Wagen nicht ausreichen würde, verladen und transportirt werden.

Ganz außergewöhnlich schwere Gegenstände, z. B. Kanonen schwersten Calibers, Panzerlafetten, Theile von Panzerthürmen, Torpedoboote u. dgl. bedürfen eigens construirter Wagen, welche man gemeinhin Kanonenwagen nennt. Sie werden jederzeit von den betreffenden Fabrikanten selber beigestellt.

Handelt es sich um kurze aber schwere Gegenstände, so bedient man sich gewöhnlicher Plateau- oder Niederbordwagen von sehr schwerer Construction und möglichst vielen Achsen, zehn, zwölf und darüber. Bei langen Gegenständen hin-

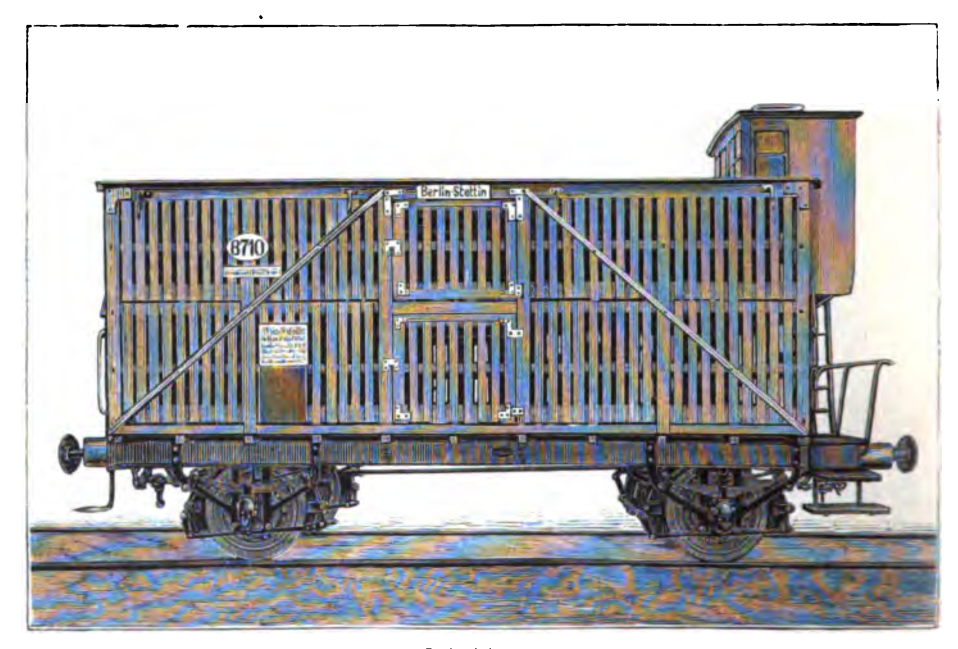


Schweinewagen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenbau-Gesellschaft in Nürnberg.)

gegen werden mehrere Wagen nach Art der Langholzwagen eingerichtet, mit mehrachsigen Trucks von großem totalen Radstande, oder man begnügt sich mit kürzeren Wagen gewöhnlicher Construction (ohne Trucks). Ein mittelgroßes Torpedoboot z. B. beansprucht fünf gewöhnliche vierachsige Plateauwagen.

Eine besondere Type unter den Güterwagen bilden die Kleinviehwagen. Sie sind geschlossen, doch bestehen die Wände aus Lattenwerk, wodurch eine günstige Ventilation erzielt wird. Diese Wagen sind meistens in zwei Etagen eingerichtet, da man andernfalls eine viel zu geringe Belastung erhalten, beziehungsweise der verfügbare Raum nicht ausgenützt würde. Jede Etage hat ihre eigenen Thüren, Futter- und Tränkevorrichtungen.

Schließlich sei noch der für den Bahndienst selbst erforderlichen **Hilfswagen** gedacht. Dieselben sind dem Zwecke, dem sie dienen, nämlich im gegebenen Falle sofort Arbeiter, Handwerker, Aufsichtsorgane nebst den erforderlichen Utensilien nach dem Schauplatze eines Unglücksfalles zu bringen, entsprechend eingerichtet. Meist sind es gewöhnliche, sperrbare, gedeckte Güterwagen mit zwei oder mehreren großen Innenabtheilungen, wovon eine für die Aufbewahrung der Hilfswerkzeuge, eine andere zur Aufnahme der Hilfsarbeiter eingerichtet ist. Als sehr zweckmäßig erweist sich eine Anordnung, wie sie die beigefügte Abbildung veran-



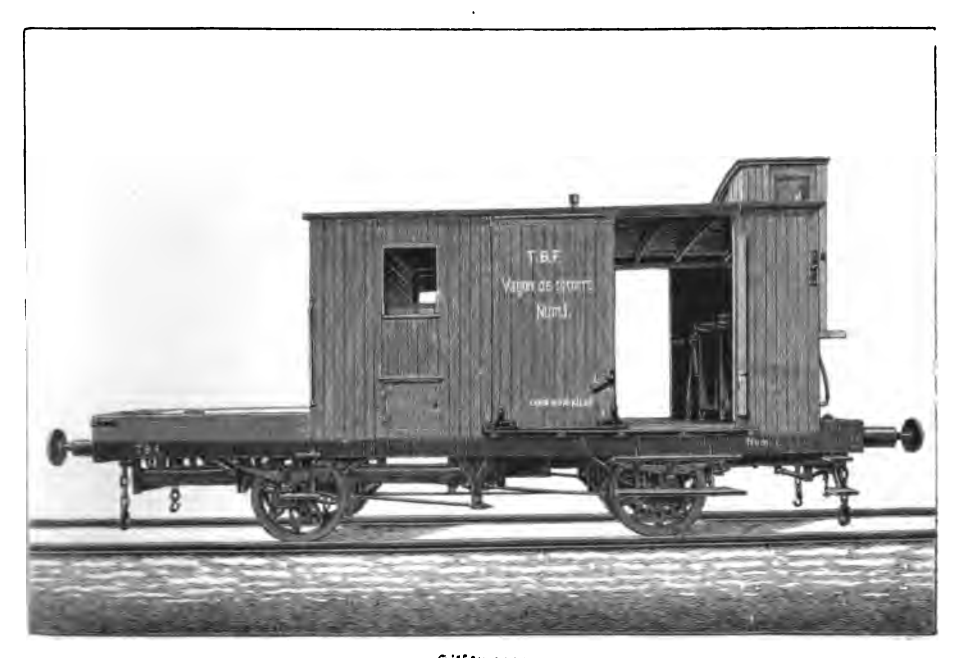
Kleinviehwagen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenbau-Gesellschaft in Nürnberg.)

schaulicht, indem nämlich die eine Hälfte des Hilfswagens gedeckt, die andere offen ist.

Die ganz geschlossenen Hilfswagen sind mit Laufbrettern versehen. Wagen dieser Art sind an den End- und Hauptknotenpunkten, jedenfalls am Sitze großer Werkstätten und Heizhäuser in Entfernungen von etwa 150 bis 300 Kilometer auf einem Stutzgeleise in der Nähe der Verkehrsgeleise in stets bereitem und dienstfähigem Zustande aufgestellt, um im Bedarfsfalle nach wenigen Minuten, bei Tag und Nacht, an Ort und Stelle abgehen zu können. Jeder solche Wagen enthält als unentbehrliches Requisit Pratzen- und Schraubenwinden, hydraulische Winden und ebensolche Aufzughaken, Ketten, Seile, Entgleisungsschuhe, Blöcke, Platten und Keile von verschiedenen Dimensionen, einige Garnituren Schlosserwerkzeuge und

verschiedene andere Materialien. Hierzu gehören hauptsächlich Kuppel- und Schraubenketten, Spiralfedern, Schraubenmuttern, Stahl- und Eisendraht, Handlaternen und Arbeiterlampen, Fackeln, Schmier- und Brennöl, Petroleum in verschlossenen Kannen, Dochte, Hanf und Werg, endlich einen entsprechenden Vorrath von Oberbau-Kleineisenzeug, d. i. Laschen, Schrauben, Unterlagsplatten, Schienennägel u. s. w.

Es erübrigt noch die Besprechung zweier Wagentypen, der Gepäck- und der Postwagen. Die ersteren stimmen rücksichtlich ihrer inneren Anordnung auf den verschiedenen Bahnen wenig überein, doch ist ihnen allen ein größerer Raum für

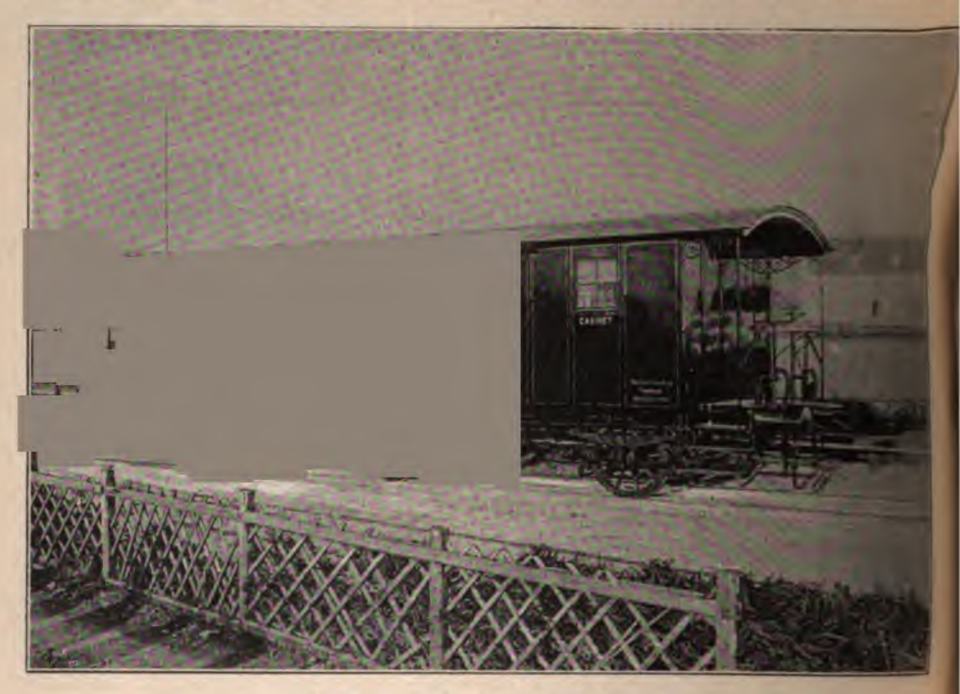


Hilfswagen.
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Maschinenbau-Gesellschaft in Nürnberg.)

das Reisegepäck und ein abgeschlossenes Coupé für den Zugführer gemein. Das letztere Gelaß erhält mitunter ein überhöhtes Dach mit Fenstern, um den Zugführer den Ueberblick über den Zug zu ermöglichen. Die Einrichtung besteht aus einem kleinen Schreibtisch und Fächerstellagen, einer Lampe mit Rauchabzug nach außen, mitunter einem Ofen, außerdem ein Closet und einen Hundekasten. Die Gepäckwagen sind meist aus Eisen und schwer construirt.

Zu den schwersten Wagentypen gehören die Postwagen, was schon durch ihre Größe bedingt ist. In diesen Wagen wird die Postambulance untergebracht und ist die innere Einrichtung eine dementsprechende: Regale zur Sortirung, Stempelung und Bezeichnung der Briefe, Theilung des Gesammtraumes in zwei Gelasse, von welchem das größere zur Unterbringung des Gepäcks, das kleinere

für die dienstthuenden Beamten bestimmt ist. Im Gepäcksraum befinden sich meist an den Längsseiten und an der einen Stirnwand Packetborde, im eigentlichen Bureauraume ist ein großer hufeisenförmiger Sortirtisch mit Fächern untergebracht. Mehrere Briefkörbe aus Eisendraht, ein gepolsteter Sessel und ein Ofen vervollständigen die Einrichtung. Dieselbe weicht übrigens bezüglich der Einzelheiten bei verschiedenen Constructionen da und dort ab. In der Schweiz verkehren seit einiger Zeit Postwagen mit Seitengallerie, welche einen doppelten Zweck erfüllen, indem damit einerseits den Manipulanten Gelegenheit geboten wird, in den Dienstpausen



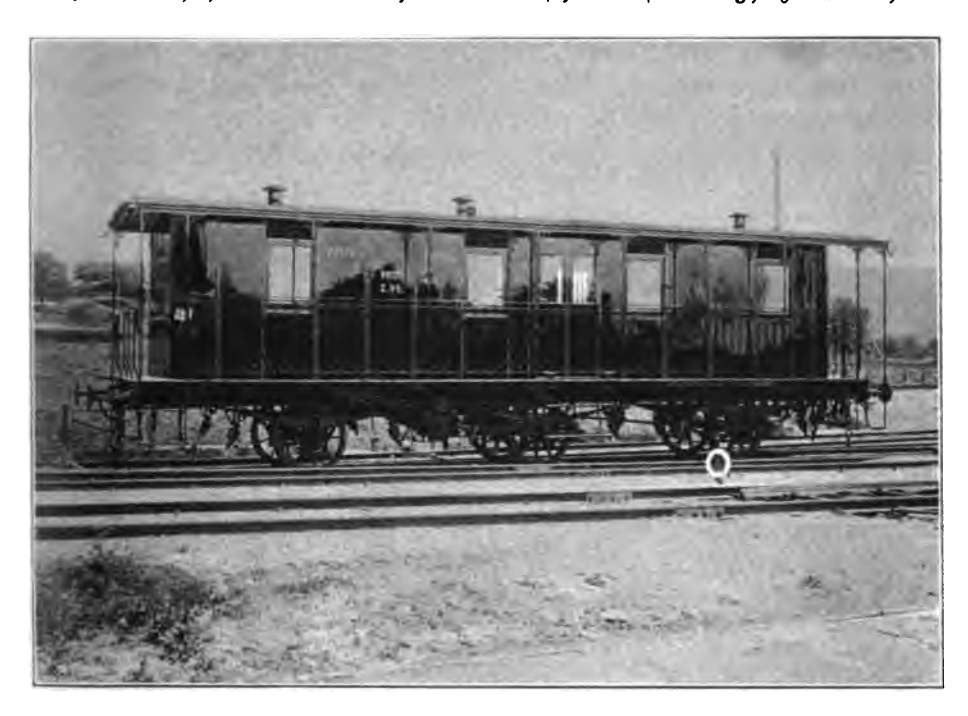
Gepäckwagen (die mittlere Achse lenkbar).
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen.)

den meist sehr schwülen Arbeitsraum zu verlassen, anderseits den die Wagen abgehenden Conducteuren die Möglichkeit geboten wird, auch dann von einem Wagen zum andern zu gelangen, ohne das Postbureau zu betreten, wenn der Postwagen etwa in der Mitte des Zuges sich befinden sollte.

Was die sonstige Einrichtung der Güterwagen anbetrifft, dürften die nachfolgenden Bemerkungen genügen. Für die äußere Ausstattung ist grauer Oelfarbenanstrich für den Kasten, schwarzer für Gestell und Laufwerk, für die innere gelber oder brauner Anstrich überwiegend im Gebrauch, obwohl auch grüne Anstriche und sogar Lackirungen angewendet werden. Indes ist die Erhaltung in letzterem Falle sehr kostspielig. Neuerdings wendet man andere, sehr hart werdende Anstriche

aus Metalloxyden an. Für grauen Anstrich wird meist Zinkweiß, für schwarzen auch Theer angewandt.

Die Nummerirung der Wagen geschieht nach Serien und fortlaufenden Nummern, so daß, je nach der Größe des Fahrparkes, je bei einem neuen Tausender oder nach mehreren Tausendern für die neue Serie mit dem diesbezüglichen höheren Tausend begonnen wird. In der Regel umfassen die einzelnen Serien folgende Typen: Gepäckwagen, bedeckte Wagen, offene Wagen (Lowries), Plateauwagen mit abnehmbaren hohen Borden, auch mit Wendeschemeln für Langholz 2c., Kohlen-



Postwagen mit Seitengallerie (die mittlere Achse lenkbar).
(Nach einer Photographie des Constructeurs: Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen.)

Coaks- und Torfwagen, gedeckte Hornviehwagen, Kleinviehwagen mit Doppeletagen, Pferdewagen. Für den Transport von Geflügel dienen Steigen auf offenen Wagen. Kippwagen befinden sich nur ausnahmsweise im Besitze der Bahnverwaltungen, da der Schotter in der Regel mittelst Lowries transportirt wird.

Als Platz für den Bremser wird der Sitz meist auf dem Dache angebracht und sind dieselben jetzt fast durchgehends geschlossen, auf den offenen Wagen dagegen offen, doch werden neue Wagen dieser Art nunmehr gleichfalls mit geschlossenen, etwas überhöhten Hütteln versehen (vgl. das Bild S. 379). Bei Plateauwagen befindet sich der Bremsersitz im Niveau der Bordwand und ist durch Eisenstäbe vom Laderaum abgegrenzt.

Von den ausländischen Güterwagen sind vornehmlich die amerikanischen, weil von den hierlands in Gebrauch stehenden vielfach abweichend, von Interesse. Auch hier macht sich das Bestreben geltend, trotz der Verschiedenheiten der einzelnen Typen, möglichst viele Theile gleichartig zu construiren. Für den Kohlentransport dienen sowohl kurze vierrädrige, als lange mit den herkömmlichen Trucks ausgerüstete Bordwagen. Die achträdrigen Plateauwagen werden durch Anbringung von Borden auch zum Schottertransport verwendet. Die für die schwersten Lasten bestimmten Kanonenwagen haben sechzehn Räder. Zu diesem Ende sind je zwei gewöhnliche vierrädrige Trucks möglichst nahe aneinander unter gemeinschaftlichem Rahmen angebracht, welche sodann, wie die herkömmlichen Trucks, mit dem Wagenplateau verbunden werden. Um durch die Einschaltung des je zwei Truckgestelle verbindenden Uebertragungsrahmens das Plateau des Wagens nicht zu hoch über das Schienenniveau gelangen zu lassen, sind die Räder von geringerem Durchmesser als sonst üblich.

Die auf zwei vierrädrigen Trucks ruhenden gedeckten Güterwagen haben meist ein Eigengewicht von 9000 Kilogramm. Die Langrinnen des Kastens sind nicht nur in ihrer Ausdehnung zwischen den Truckgestellen, sondern auch über diese hinaus bis zu den Brustbäumen durch eiserne Sprengwerke versteift. In der Mitte der Längswände befinden sich die üblichen Rollthüren, doch wendet man für den Getreidetransport überdies Drehthüren an, welche im Innern des Wagens derart an verticalen, ihnen als Angeln dienenden Stangen befestigt sind, daß man sie auch wie Wehren senkrecht heben oder senken kann, womit der Abfluß des unverpackten Getreides entsprechend regulirt wird. Auf dem First des Wagens ist ein Brett angebracht, auf welchem der Bremser, auch wenn der Zug in Bewegung ist, hin- und herläuft. Am Ende des Laufbrettes befindet sich, dieses überragend, das Handrad der Bremse. Am entgegengesetzten Brettende erfolgt die Bedienung der Bremse nicht von der Höhe aus, sondern mittelst eines Handrades mit horizontaler Achse, welches unter dem Laufbrette liegt. An jeder Stirnseite des Wagens sind steigbügelartige Fußtritte und Handhaben entsprechend angebracht, um auf die Wagendecke oder zu den Bremsrädern gelangen zu können.

Eigenartig ist die folgende Anordnung. Da nämlich der Abstand zwischen den Wagen beziehungsweise den Enden der Laufbretter sehr knapp bemessen ist, wäre der Fall nicht ausgeschlossen, daß bei starkem Aneinanderfahren zweier Wagen in Folge der elastischen Nachgiebigkeit der Pufferfedern der Bremser in eine gefährdete Lage käme. Um dies zu verhüten, trägt jeder Lastwagen an jedem Ende gußeiserne, an die Brustbäume befestigte unelastische Puffer, welche die zu starke Wirksamkeit den elastischen Puffer paralysiren.

Die amerikanischen Wagen für den Viehtransport unterscheiden sich wenig von den hierorts üblichen, doch macht sich das Bestreben geltend, die todte Last nach Thunlichkeit herabzumindern, was durch geringen Holzaufwand und leichtere Eindachung erreicht wird. Die amerikanischen Bahnverwaltungen sind bislang wenig

schonend mit dem transportirten Vieh verfahren, doch tritt allmählich eine Wendung zum Besseren ein. Ingenieur E. Pontzen berichtet hierüber: »Die Grausamkeit, daß man das Vieh, selbst wenn es auf sehr lange Strecken transportirt wurde, weder mit Nahrung noch mit Wasser bedachte, veranlaßte, daß endlich Gesetze zur Beseitigung dieser Thierquälerei erlassen wurden. Man geht jetzt daran, Viehwagen zu bauen, die es gestatten, das in denselben befindliche Vieh rasch und ausreichend mit Wasser und Nahrung zu versorgen. Die zu diesem Ende in den Seitenwänden angebrachten um horizontale Achsen drehbare Grände erhalten das Wasser von der Wagendecke aus, längs welcher von dem Einlaufstrichter ein Rohr hinzieht, aus welchem sich dünnere Rohre zu den zu beiden Seiten des Wagens befindlichen Wasserträgern abzweigen. In den Stationen, in welchen das Vieh getränkt werden soll, sind Wasserkrahne errichtet worden, welche succesive die Viehwagen vom Dache aus mit Wasser versorgen können«. . . Als Beispiel der bislang dem Vieh auferlegten Tortur mag erwähnt werden, daß die von Chicago nach Pittsburg verkehrenden Viehzüge diese circa 750 Kilometer lange Strecke in 36—42 Stunden zurücklegen, und daß früher in den seltensten Fällen während der Fahrt für Fütterung oder auch nur für Tränkung gesorgt worden wäre.

Um die Bedeutung der amerikanischen Viehtransporte zu erkennen, sind einige Zahlen von Interesse. Der Gesammtwerth der Ein- und Ausfuhr lebenden Viehes in Chicago betrug 1890 über 231 Millionen Dollars; die Zahl der im gleichen Jahre geschlachteten Schweine betrug $5^3/_4$ Millionen, die des übrigen Viehes $2^1/_4$ Millionen. Die Viehhöfe (Union Stock Yards), Eigenthum einer Actiengesellschaft, bedecken ein Areal von 400 Acres, deren Anlage etwa 4 Millionen Dollars kostete, während die Schlacht- und Pökelhäuser der verschiedenen Pökelgeschäfte ein Anlagecapital von circa 10 Millionen Dollars repräsentiren. Der Geschäftsumsatz einer einzigen Firma (Armour & Co.) betrug 1890 an 65 Millionen Dollars. Die Zahl der von ihr geschlachteten Schweine im gleichen Zeitraume 1,450.000 Stück, des Rindviehes 650.000, der Schafe 350.000 Stück. Diese Firma allein besitzt für den Transport frischen Fleisches 1800 Refrigeratorwagen, welche mustergiltig eingerichtet sind und selbst auf den längsten Strecken niemals versagen.

Zum Transporte von Petroleum, welches bekanntermaßen einen sehr bedeutenden Transportartikel amerikanischer Bahnen bildet, werden mitunter achträdrige Wagen, auf welchen zwei geschlossene senkrechte Tonnen aus Eisenblech stehen, angewandt. Diese beiden Tonnen sind derart placirt, daß ihre Mittelpunkte sich über den Drehzapfen des Trucks befinden. Jede Tonne ist mit einem Einlaß- und einem Ablaßhahne, sowie mit einem Mannloche und einem Sicherheitsventile versehen. Ganz allgemein kommt eine zweite Type zur Verwendung, welche aus einem auf zwei vierrädrigen Truckgestellen liegenden horizontalen Kessel von etwa 14 Cubikmeter Fassungsraum ruht. Diese Kessel werden stets so weit gefüllt, daß die Flüssigkeit bis oder nahe bis zum oberen Rande des ober der Mitte angebrachten

Domes reicht. Dadurch wird die Veränderung des Schwerpunktes dieser Ladung während der Fahrt verhindert. Diese Kesselwagen sind mit Bremsen versehen und gestatten die an den Plattformen angebrachten Geländer einen ungefährdeten Verkehr von Wagen zu Wagen während der Fahrt.

Für den Kalktransport dienen ganz allgemein vierrädrige Wagen, welche mit doppelpultförmigem Dache versehen sind. Durch Aufklappen der einen der Pultdecken ist das Einschütten des Kalkes in den Wagenkasten billig zu bewerkstelligen. Das Entleeren geht leicht durch das Aufklappen der um ihre obere Kante drehbaren Längswände vor sich. . . . Schotterwägen haben häufig Kippeinrichtungen, vorwiegend aber (gleich den Kohlen- und Erzwagen) Bodenklappen. Ganz eiserne Kohlenwagen finden eine sich von Jahr zu Jahr steigernde Verwendung.

Von den Güterwagen sind noch die Obstwagen (Peaches Cars) zu erwähnen, deren es zwei Typen giebt. Die eine ist nichts anderes, als ein gedeckter Güterwagen, dessen Innenraum in horizontale Abtheilungen gegliedert ist, während die zweite mehrere vom Boden bis zur Decke reichende verticale Abtheilungen zur Aufnahme von Eis oder Kältemischungen im Sommer aufweist. Diese Wagen haben doppelte, mit Isolirmaterial gefüllte Wände, und Bodenlücken für den Wasserablauf.

Auf unseren Bahnen läuft bei Güterzügen der Wagen des Zugführers gleich hinter der Maschine; bei dem amerikanischen Güterverkehr ist es üblich, denselben als Schlußwagen laufen zu lassen. Dieser Schlußwagen (Cabin car, Caboose car) hat keine Trucks, sondern zwei Achsen mit festem aber kurzem Radstande. Bei Nacht führt er die Schlußsignale und bei Tag kennzeichnet er selbst den Schluß des Zuges, zu welchem Ende er auf manchen Bahnen grell roth angestrichen ist. Es befinden sich im Wagen ein Schreibpult, ein Kasten mit verschiedenen Geräthen, zwei erhöhte Sitze, welche eine bequeme Ausschau durch das in dem Ueberbau befindliche Fenster zulassen; außerdem sind drei Doppelbetten vorhanden, da der Cabin car dem Zugspersonale gleichzeitig als Uebernachtungslocal dient. Das Güterzugspersonal bereitet sich auf längeren Fahrten selber die Speisen, zu welchem Ende in dem Schlußwagen ein Kochofen mit Kohlenbehälter eingestellt ist. Wenn gelegentlich ein Stück Vieh vom Zuge erfaßt und getödtet wird, liefert es gleich das nothwendige Fleisch. . . Auf den amerikanischen Bahnen läuft in den Wintermonaten mit jedem Güterzuge ein geheizter Wagen für das Personal, was umso nothwendiger ist, als die Bremser, wie wir gesehen haben, keinen Schutz gegen Kälte und Wetterunbilden genießen.

Bekanntlich wird in Amerika das Gepäck auf einigermaßen langen Strecken durch besondere Unternehmungen (Expreß-Gesellschaften) befördert, zu welchem Ende entsprechende Wagen bereitgestellt werden. Die auf kurzen Strecken verkehrenden Gepäckswagen unterscheiden sich in Nichts von jenen der gewöhnlichen Personenwagen, nur sind die Fenster bis auf eines an jeder Seite unterdrückt. . . . Die Postwagen zeigen vielfach Einrichtungen, welche auf eine rasche Abfertigung der Poststücke abzielen, und von welchen diejenigen besonders originell sind, welche der

Aufnahme beziehungsweise Abgabe der Postbeutel während der Fahrt dienen. Wir kommen auf diese Einrichtung in einem späteren Abschnitt zurück.

Eine sehr praktische Anordnung ist die folgende: Der Innenraum des Postwagens zerfällt in drei Abtheilungen, von denen die an den Stirnseiten gelegenen zum Sortiren der Briefe beziehungsweise zur Aufnahme der Packete dienen und zu diesem Ende die bekannten Einrichtungen haben. Die mittlere Abtheilung ist mit einem Schranke ausgestattet, welcher der Länge nach frei steht und mit einem Sortirtische verbunden ist, von welchem aus der Beamte die für je einem Postbeutel bestimmten Briefe oder Packete in eines der vor ihm befindlichen 65 Fächer wirft. Diese letzteren haben stark geneigte Bodenflächen, so daß die in sie geworfenen Packete bis zu der durch eine Klappe geschlossenen Rückwand gleiten. Zwischen der Wagenwand und dieser Rückseite des Schrankes läuft ein schmaler Gang, der den rückwärtigen Verschluß eines jeden Faches zugänglich macht. Der Inhalt der einzelnen Fächer fällt in vorgehängte Beutel, welche in die für die Postpackete bestimmte Abtheilung abgeliefert werden.

Ueber die einzelnen Constructionstheile der amerikanischen Güterwagen ist wenig Bemerkenswerthes zu sagen. Die Verwendung von Eisen ist auf das geringste Maß beschränkt; selbst die Langträger sind von Holz. Das Untergestell wird aus diesen und den Kopfschwellen gebildet und dieser Rahmen ist durch Längs- und Querstreben, ebenfalls von Holz, versteift. Wo der Wagenkasten mit einem besonderen, der Pfanne des Trucks angepaßten Gußstücke auf der Spurpfanne ruht, ist selbstverständlich die Querverstrebung sehr stark. Sowohl in der Längsrichtung als in der Querrichtung werden zur Verstärkung der hölzernen Schwellen eiserne Anker unter denselben durchgezogen, wie denn auch mitunter die Seitenwände der gedeckten Güterwagen durch eingelegte Eisenstangen verstärkt werden. Die äußere Verschalung ist aus verticalen Brettern mit Feder und Nuth, die Bedachung aus Zink- und Eisenblech, oder auch einfach aus Holz hergestellt. In letzterem Falle liegen abweichend von der bei uns üblichen Ausführung die Bedachungsdielen oft quer zur Wagenachse.

Wir wollen nun einige Mittheilungen über die mit den Güterwagen und den Eisenbahnwagen überhaupt verbundenen Dienstleistungen anfügen. Da die Eisenbahnwagen einer steten Controle über ihren Zustand bedürfen, werden sie von Zeit zu Zeit untersucht. Solche Revisionen werden in der Regel nach einem oder zwei Jahren, wenn die Wagen etwa 25.000 bis 30.000 Kilometer durchlaufen haben, vorgenommen. Hierbei müssen alle Theile, insbesondere aber Achsen, Räder, Lager, Federn, Bremsen, Zug-, Stoß- und Heizvorrichtungen untersucht werden. Die stattgehabte Revision wird mit leichter Oelfarbe, und zwar kurz das Datum, mitunter auch der Name der Werkstätte, welche die Revision besorgt hat, angeschrieben. Der internationale Durchgangsverkehr bedingt ferner die Anmerkung des Tages des Schmierens in einer Scala mit gleichzeitiger Angabe, zu welcher Zeit das Schmieren normalmäßig stattzufinden habe. Bei Personenwagen wird die Zahl

der Sitzplätze und das Eigengewicht (bei Güterwagen auch die Tragfähig
sodann bei allen Wagen Serie, fortlaufende Nummer und die Initialen der
mit heller Oelfarbe angebracht.

Das Putzen und Reinigen der Güterwagen geschieht nur aus A
des Desinficirens oder nach erfolgtem Viehtransport beziehungsweise die W
verunreinigenden Gegenständen, also von Fall zu Fall. Die Reinigung der
sonenwagen hat während des Stillstandes zwischen Ankunft und Abfahrt auf
Endstationen zu erfolgen. Die Außenwände werden mit reinem Wasser unter
hilfenahme eines weichen, keinen Sand enthaltenden Badeschwammes abgewasc
und sodann mittelst eines Rehhäutels, und zuletzt mit einem reinen Leinen- o
Baumwolllappen gut abgetrocknet. Thürgriffe und andere Beschläge sind blank
halten. In entsprechender Weise, am besten mit Zuhilfenahme von Bürsten, sin
auch die Uebergestelle der Personenwagen von Koth zu reinigen. Alle drei bis
vier Wochen ist die Reinigung der Kastenwände mit Seifenwasser vorzunehmen.
Zur bestmöglichen Erhaltung der inneren Einrichtung und des äußeren Zustandes
ist bei den zeitweilig außer Verwendung stehenden Personenwagen, insbesondere
wenn dieselben nicht in Remisen untergebracht werden können, darauf zu sehen,
daß die Fenster, Thüren und Vorhänge, ausgenommen die Zeit des Lüftens, fort-
während geschlossen gehalten, und die Wagen möglichst gegen Einwirkung des
Staubes, der Sonnenhitze und der schlechten Witterung geschützt sind.

Die in den Stationen befindlichen Wagen müssen zum Schutze gegen Ent-
wendungen oder boshafte Beschädigungen unter entsprechender Bewachung stehen.
Dieselbe wird im Allgemeinen von jenem Stations- und Arbeitspersonale besorgt
welches im Bereiche der Aufstellung der Wagen beschäftigt, oder durch seine Dienst
obliegenheit an den Ort, wo die Wagen stehen, gebunden ist. Werden aber di
Wagen auf solchen Geleisen untergebracht, wo die vorerwähnten Voraussetzung
nicht zutreffen, so muß für den entsprechenden Schutz durch Aufstellung eige
Wächter Sorge getragen werden.

Bei verkehrenden Zügen erfolgt die Untersuchung der ankommenden
ziehungsweise abgehenden Wagen durch die Revisionsschlosser. Sie ha
kleinere Herstellungen, z. B. Auswechslungen von Kuppeln, Schrauben, Mutte
Splinten und anderen kleinen Theilen sofort zu besorgen und die reparat
bedürftigen Wagen zu bezetteln. In den Zwischenstationen erstreckt sich bei kur
Aufenthalte die Revision vorzugsweise auf Achsen, Räder, Tyres und Federn.
Untersuchung der Achsen und Tyres geschieht durch Anschlagen mit einem Ba
oder Handhammer. Der Klang ist bei anbrüchigen oder losen, nicht mehr f
sitzenden Tyres dumpf oder unmetallisch. Die Revisionsschlosser müssen bei T
und Nacht zu allen Zügen erscheinen und auf großen Stationen müssen sie
vierundzwanzig Stunden anwesend sein, wonach sie abgelöst werden und ebe
lange ruhen. Auf Stationen von minderer Bedeutung kann der Wärter
Wasserstationsmaschine den Revisionsdienst ausüben. Auf Uebergangsstatio

ist die Function des Revisionsschlossers besonders wichtig, weil sie in der Untersuchung der fremden und eigenen Wagen besteht und bei Nachlässigkeit oder Uebersehen der Bahn Ersätze oder Schäden erwachsen können.

Eine weitere Dienstesobliegenheit ist das Schmieren der Wagen, zu welchem besonders hierzu bestellte und sehr verläßliche Leute verwendet werden. Dieselben haben gleich nach dem Stehenbleiben des Zuges die Lager aller Wagen durch Befühlen mit der Hand zu untersuchen, ob keines derselben »warm laufe«. Gleichzeitig ist bei den offenen Lagern nachzusehen, ob dieselben hinreichend mit Schmiermaterial versehen sind.

Wenn einzelne warmgehende Lager vorkommen, deren Zustand ein Weiterlaufen des Wagens noch zuläßt, hat der Wagenschmierer vorher für ein möglichstes Abkühlen derselben zu sorgen, den Wagen sodann sorgfältig nachzuschmieren und das Zugbegleitungspersonale auf den Sachverhalt aufmerksam zu machen, damit dasselbe den Wagen bei der Weiterfahrt genau beobachte. Nach vollendetem Schmieren ist die Schmierscala des Wagens auszufüllen.

---

4. Die Garnituren.

Nachdem wir die Einrichtung der Locomotiven und Wagen, ihre Typen und Kategorien kennen gelernt haben, erübrigt nun noch über die Zusammenstellung der besprochenen Fahrmittel zu förmlichen Zügen eingehende Mittheilung zu machen. Eine Wagencolonne, welche zu einem bestimmten Zwecke zusammengesetzt ist, wird fachmännisch gemeinhin »Garnitur« genannt. Mit der Locomotive, welche die Wagencolonne zu befördern hat, wird die Garnitur begrifflich zum »Zug«, womit streng genommen die im Verkehr begriffene Wagencolonne gemeint ist. Die Züge wieder zerfallen, je nach dem Zwecke, dem sie dienen, oder nach der Form des Verkehrs, in Last- und Gemischte Züge, Eillastzüge, Personenzüge, Eil- (Courier-) und Expreßzüge, Militär- und Sanitätszüge, Arbeitszüge, Hof- und Luxuszüge. Außerdem unterscheidet man Abgetheilte Züge, Nebenzüge u. s. w.

Die Einleitung der Züge in den Verkehr wird Zugförderung genannt und bildet als solche die Grundlage der Technik des Transportes. Ihre Aufgabe ist, die Züge laut Fahrordnung in gewisse, regelmäßige, periodische, Bedarfs- und außergewöhnliche (Separat-) Züge eingetheilt und zumeist vorbestimmt zusammenzustellen und zu befördern. Sie umfaßt also den Dienst der Motoren, ihre Remisirung, Wartung und Instandhaltung (soweit dies nicht den Werkstätten zufällt), deren technische Ueberwachung, Fahrturnus, Uebernahme aus der und Zuweisung

der Sitzplätze und das Eigengewicht (bei Güterwagen auch die Tragfähigkeit), sodann bei allen Wagen Serie, fortlaufende Nummer und die Initialen der Bahn mit heller Oelfarbe angebracht.

Das Putzen und Reinigen der Güterwagen geschieht nur aus Anlaß des Desinficirens oder nach erfolgtem Viehtransport beziehungsweise die Wagen verunreinigenden Gegenständen, also von Fall zu Fall. Die Reinigung der Personenwagen hat während des Stillstandes zwischen Ankunft und Abfahrt auf den Endstationen zu erfolgen. Die Außenwände werden mit reinem Wasser unter Zuhilfenahme eines weichen, keinen Sand enthaltenden Badeschwammes abgewaschen und sodann mittelst eines Rehhäutels, und zuletzt mit einem reinen Leinen- oder Baumwolllappen gut abgetrocknet. Thürgriffe und andere Beschläge sind blank zu halten. In entsprechender Weise, am besten mit Zuhilfenahme von Bürsten, sind auch die Uebergestelle der Personenwagen von Koth zu reinigen. Alle drei bis vier Wochen ist die Reinigung der Kastenwände mit Seifenwasser vorzunehmen. Zur bestmöglichen Erhaltung der inneren Einrichtung und des äußeren Zustandes ist bei den zeitweilig außer Verwendung stehenden Personenwagen, insbesondere wenn dieselben nicht in Remisen untergebracht werden können, darauf zu sehen, daß die Fenster, Thüren und Vorhänge, ausgenommen die Zeit des Lüftens, fortwährend geschlossen gehalten, und die Wagen möglichst gegen Einwirkung des Staubes, der Sonnenhitze und der schlechten Witterung geschützt sind.

Die in den Stationen befindlichen Wagen müssen zum Schutze gegen Entwendungen oder boshafte Beschädigungen unter entsprechender Bewachung stehen. Dieselbe wird im Allgemeinen von jenem Stations- und Arbeitspersonale besorgt, welches im Bereiche der Aufstellung der Wagen beschäftigt, oder durch seine Dienstobliegenheit an den Ort, wo die Wagen stehen, gebunden ist. Werden aber die Wagen auf solchen Geleisen untergebracht, wo die vorerwähnten Voraussetzungen nicht zutreffen, so muß für den entsprechenden Schutz durch Aufstellung eigener Wächter Sorge getragen werden.

Bei verkehrenden Zügen erfolgt die Untersuchung der ankommenden beziehungsweise abgehenden Wagen durch die Revisionsschlosser. Sie haben kleinere Herstellungen, z. B. Auswechslungen von Kuppeln, Schrauben, Muttern, Splinten und anderen kleinen Theilen sofort zu besorgen und die reparaturbedürftigen Wagen zu bezetteln. In den Zwischenstationen erstreckt sich bei kurzem Aufenthalte die Revision vorzugsweise auf Achsen, Räder, Tyres und Federn. Die Untersuchung der Achsen und Tyres geschieht durch Anschlagen mit einem Bank- oder Handhammer. Der Klang ist bei anbrüchigen oder losen, nicht mehr festsitzenden Tyres dumpf oder unmetallisch. Die Revisionsschlosser müssen bei Tag und Nacht zu allen Zügen erscheinen und auf großen Stationen müssen sie oft vierundzwanzig Stunden anwesend sein, wonach sie abgelöst werden und ebenso lange ruhen. Auf Stationen von minderer Bedeutung kann der Wärter der Wasserstationsmaschine den Revisionsdienst ausüben. Auf Uebergangsstationen

ist die Function des Revisionsschlossers besonders wichtig, weil sie in der Untersuchung der fremden und eigenen Wagen besteht und bei Nachlässigkeit oder Uebersehen der Bahn Ersätze oder Schäden erwachsen können.

Eine weitere Dienstesobliegenheit ist das Schmieren der Wagen, zu welchem besonders hierzu bestellte und sehr verläßliche Leute verwendet werden. Dieselben haben gleich nach dem Stehenbleiben des Zuges die Lager aller Wagen durch Befühlen mit der Hand zu untersuchen, ob keines derselben »warm laufe«. Gleichzeitig ist bei den offenen Lagern nachzusehen, ob dieselben hinreichend mit Schmiermaterial versehen sind.

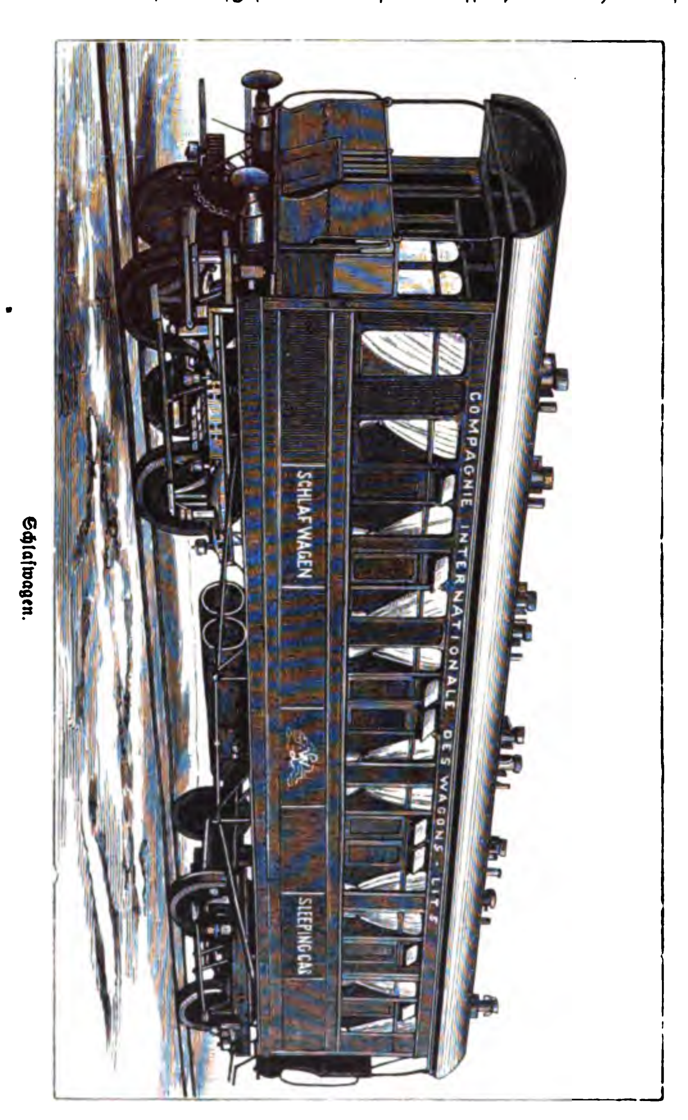
Wenn einzelne warmgehende Lager vorkommen, deren Zustand ein Weiterlaufen des Wagens noch zuläßt, hat der Wagenschmierer vorher für ein möglichstes Abkühlen derselben zu sorgen, den Wagen sodann sorgfältig nachzuschmieren und das Zugbegleitungspersonale auf den Sachverhalt aufmerksam zu machen, damit dasselbe den Wagen bei der Weiterfahrt genau beobachte. Nach vollendetem Schmieren ist die Schmierscala des Wagens auszufüllen.

4. Die Garnituren.

Nachdem wir die Einrichtung der Locomotiven und Wagen, ihre Typen und Kategorien kennen gelernt haben, erübrigt nun noch über die Zusammenstellung der besprochenen Fahrmittel zu förmlichen Zügen eingehende Mittheilung zu machen. Eine Wagencolonne, welche zu einem bestimmten Zwecke zusammengesetzt ist, wird fachmännisch gemeinhin »Garnitur« genannt. Mit der Locomotive, welche die Wagencolonne zu befördern hat, wird die Garnitur begrifflich zum »Zug«, womit streng genommen die im Verkehr begriffene Wagencolonne gemeint ist. Die Züge wieder zerfallen, je nach dem Zwecke, dem sie dienen, oder nach der Form des Verkehrs, in Last- und Gemischte Züge, Eillastzüge, Personenzüge, Eil- (Courier-) und Expreßzüge, Militär- und Sanitätszüge, Arbeitszüge, Hof- und Luxuszüge. Außerdem unterscheidet man Abgetheilte Züge, Nebenzüge u. s. w.

Die Einleitung der Züge in den Verkehr wird Zugförderung genannt und bildet als solche die Grundlage der Technik des Transportes. Ihre Aufgabe ist, die Züge laut Fahrordnung in gewisse, regelmäßige, periodische, Bedarfs- und außergewöhnliche (Separat-) Züge eingetheilt und zumeist vorbestimmt zusammenzustellen und zu befördern. Sie umfaßt also den Dienst der Motoren, ihre Remisirung, Wartung und Instandhaltung (soweit dies nicht den Werkstätten zufällt), deren technische Uebverwachung, Fahrturnus, Uebernahme aus der und Zuweisung

zur Reparatur, den Wasserspeisungsdienst, ferner die Bestimmung der Belastung und Geschwindigkeit der Züge nach Einvernehmen mit den durch den expeditiven Betriebsdienst aufgestellten Erfordernissen, endlich verschiedene administrative Arbeiten, sowie der in den Streckendienst einschlägigen Maßnahmen. In diesem Abschnitte soll indes nur von der Zusammenstellung der Züge die Rede sein, da dem Verkehr eine besondere Abtheilung dieses Werkes gewidmet ist.



Schlafwagen.

Einer der wichtigsten Acte der Zugförderung ist die Aufstellung der regelmäßigen Fahrordnung der Züge; sie ist von größtem Einflusse auf die Bewältigung des Verkehrs. Ein ökonomisches Vorgehen in dieser Richtung ist schon deshalb von durchschlagender Bedeutung, weil die Fahrordnung beziehungsweise die Einleitung der Züge sich den Verkehrsbedürfnissen anzupassen hat. Insbesondere ist die Vermehrung der Zahl und Gattung der Züge vom Uebel und rächt sich beim Luxus so sehr als der in Eil- und Personenzügen, die nicht nach Bedarf eingeleitet werden können, wie die Güterzüge, sondern fort verkehren müssen, ob sie besetzt und frequentirt sind oder nicht, und deren Einstellung stets eine mißliche Sache bleibt. Mit Ausnahme der Postzüge, bei denen die Staatsverwaltung bezüglich der Abfahrts- und Ankunftszeit ihre Vorbehalte macht, ist es Sache

der Bahn, die Fahrordnung der übrigen Züge festzustellen, wobei bei Personen- und Eilzügen im Conferenzwege auf fremde Anschlüsse, bei den Güterzügen auf die Lieferzeit oder sonstige Factoren Rücksicht genommen wird. Die Factoren, welche den Charakter des Zuges bestimmen, sind Geschwindigkeit und Belastung; beide Factoren wachsen mit dem Verkehr, d. h. mit der Frequenz.

Die Zusammenstellung der Züge erfolgt durch das Rangiren. Auf kleinen Zwischenstationen, wo es sich in der Regel lediglich um die Abstoßung beziehungsweise Aufnahme des einen oder anderen Wagens handelt, besorgt die Zugsmaschine selbst den Rangirdienst, anders auf großen Bahnhöfen. Hier, wo der Rangirdienst ununterbrochen stattfindet und derselbe von mehreren Maschinen besorgt wird, empfiehlt sich die Verwendung besonderer Locomotiven, welche dementsprechend Rangirmaschinen genannt werden. Meist sind es Maschinen älterer Construction oder kleine Tender-Locomotiven. Die Rangirmaschinen dienen überdies als Bereitschaftsmaschinen für die Strecke.

Ueber die Art und Weise, wie die einzelnen Wagen beziehungsweise ganze Wagengruppen herangeholt und zu Zügen zusammengestellt werden, ist Bemerkenswerthes nichts zu sagen. Dagegen ist hervorzuheben, daß der Rangirdienst zu den anstrengendsten und nicht minder gefahrvollsten Manipulationen gehört. Das Durcheinanderschieben der Wagen vermittelst Ausweichungen über die Geleise erstreckt sich sehr häufig über alle Spuren der Bahn, auch Diejenigen nicht ausgenommen, auf welchen die Züge aus- und einfahren. Da nun die gewaltige Ausdehnung großer Bahnhöfe jede Uebersicht der in allen Abschnitten desselben vorgehenden Manipulationen und die Verständigung erschwert, ergiebt sich der wunde Punkt des Rangirdienstes von selbst. Insbesondere bei Nebel, Sturm und Schneegestöber steigert sich die Gefahr im Allgemeinen und für jede am Rangirdienst betheiligte Person im Besonderen. Die Hantirungen müssen im raschen Tempo erfolgen (umso rascher, je größer die Station), die Leute kriechen zwischen und unter die Wagen, springen auf dieselben und von denselben, lösen hier Kuppelungen oder hängen sie ein u. s. w.

Erfolgt diese Bewegung der Massen mit der gleichen Hast bei ungünstigem Wetter oder in der schlechten Jahreszeit, dann stellt sich die Sache noch schlimmer. Auf Glatteis oder beim raschen Ueberspringen schneeverdeckter Geleise strauchelt der Fuß, die rollenden Wagenburgen verdecken die Signale, das Durcheinanderpfeifen verwirrt im gleichen Maße wie das immerwährende Rollen der Wagen. In der That kann man den Muth und die Geschicklichkeit des Personales nur bewundern, und man ist erstaunt, daß das Treffen, welches der Bahnbetrieb Tag für Tag auf den Stationen liefert, nicht zu einer großen Schlacht wird.

Trotz alledem sind die Verluste an Menschenleben, welche der Stationsdienst nach sich zieht, weit größer als jene, welche durch Zwischenfälle in offener Strecke verursacht werden. Den größten Procentsatz zu diesen Unfällen stellt die Thätigkeit beim Schließen und Lösen der Kuppelungen, zu welchem Ende die betreffenden

Functionäre gebückt zwischen die Wagen (also zwischen die Puffer) sich begeben müssen. Alle Bestrebungen, die Gefährlichkeit dieser Manipulation durch eine zweck-entsprechende, womöglich automatische Kuppelung abzustellen, haben noch zu keinem



Salonwagen.

befriedigenden Resultate geführt. Wir stehen hier noch auf demselben Punkte wie zu Beginn des Eisenbahnwesens und es ist in der That zu verwundern, daß der Erfindungsgeist, der gerade im Eisenbahnwesen so Großes geleistet hat, dieses Problem bisher nicht zu lösen vermocht hat.

die Beistellung geeigneter Locomotiven für die Züge, sodann die Uebernahme
s dem Dienste heimkehrenden Maschinen geschieht durch die Heizhausleitung.
usrüstungen der Locomotiven werden stets nach dem Einrücken vom Dienste



Speisewagen.

ommen. Kommt also eine Maschine wieder in den Dienst, so hat nichts
zu geschehen, als sie in Betrieb zu setzen. Zu diesem Ende wird die Locomotive
izt, und zwar durch besondere Organe, um das Maschinenpersonale zu schonen,
s damit zugleich Zeit gewinnt. Es ist zu bemerken, daß die Locomotiven im
use oder in dessen Bereiche derart rangirt sein müssen, daß sie mit Rücksicht

darauf, ob sie früher oder später in Dienst treten, ob sie reparirt, ausgewaschen oder ausgeblasen werden sollen, an entsprechendem Orte sich befinden. In der Dunkelheit müssen die unter Dampf stehenden Maschinen ihre Signallaternen anzünden, sobald sie eine Ortsveränderung vornehmen.

Für Rangirmaschinen hat zu gelten, daß der Führer derselben keinerlei Verschiebung ohne Beisein des leitenden Organes vorzunehmen hat; er muß vielmehr durch den hierzu berufenen Functionär für jede auszuführende Bewegung im Vorhinein verständigt werden, und ist ihm zugleich unter Mittheilung aller sonstigen auf die Sicherheit Einfluß nehmenden Nebenumstände anzugeben, mit wie viel Wagen er zu verschieben, wie viel Wagen und auf welches Geleise er dieselben zu stellen, oder wie viel Wagen und von wo er dieselben abzuholen habe. Das Ein- und Auskuppeln der Maschine oder des Tenders an die zu verschiebenden Wagen geschieht durch das Stationspersonale; der Heizer darf dies niemals besorgen, da er die Bremse zu bedienen hat. Bei Verschiebungen ist darauf zu sehen, ob die Bahn frei beziehungsweise ob kein Hinderniß in der Richtung der Fahrt zu befürchten ist. Es hat immer, wenn diesfalls nicht vollkommene Sicherheit herrscht, und wenn die Maschine Wagen zurückschiebt, ein mit nöthigen Signalmitteln ausgerüsteter Bediensteter in entsprechender Entfernung voranzugehen, um etwaigen Unfällen vorzubeugen, beziehungsweise die erforderlichen Signale zu geben. Das Verschubpersonale hat sich längs des Zuges oder der zu verschiebenden Wagenreihe derart zu vertheilen beziehungsweise aufzustellen, daß es dem Führer stets sichtbar ist. Bei im Bogen liegenden Geleisen steht das Personale auf der inneren Seite der Wagen.



Schlafcoupé am Tage.

Selbstverständlich bestehen bezüglich des stationären Maschinendienstes in den verschiedenen Ländern die mannigfachsten Vorschriften. Wir halten uns, um so obenhin ein Bild von den Obliegenheiten des Maschinenpersonales zu geben, an die hierorts bestehenden Vorschriften, mit Hinweglassung aller in den Instructionen enthaltenen Einzelheiten. Eine gute Uebersicht giebt E. Tilp in seinem »Prak-

tischen Maschinendienst im Eisenbahnwesen«, an welchem wir uns vorzugsweise anlehnen.

Der Dienst mit der Locomotive, sei es Fahr-, Verschieb- oder Reservedienst, wird für den Führer und dem ihm zugewiesenen Heizer in der Regel durch die im Heizhause angeschlagene Dienstordnung bestimmt. Der Führer ist verpflichtet, sich rechtzeitig davon Kenntniß zu verschaffen und sich zur gehörigen Zeit bei der von ihm zu bedienenden Maschine einzufinden, um sie in vollkommen dienstfähigen Zustand zu versetzen. Zu diesem Zwecke muß der Führer mit seinem Heizer in der Regel drei Stunden vor dem zum Abgange des Zuges oder vor einem zum Antritte der anderweitigen Dienstleistung bestimmten Zeitpunkte bei seiner Maschine erscheinen. Werden indes die Maschinen durch Vorheizer bedient, so restringirt sich der vorstehend angegebene Zeitabschnitt auf eine Stunde.



Schlafcoupé des Nachts.

Die Füllung des Kessels hat in der Regel schon früher stattgefunden. Es ist dem Maschinenpersonale strenge untersagt, ohne Wissen der Heizhausleitung dem Speisewasser welch' immer namenhabende Beimischungen in den Kessel oder Tender beizugeben. Was die Füllung betrifft, welche in der Regel aus der Wasserleitung des Heizhauses mittelst Schläuchen geschieht, ist zu bemerken, daß hierbei für das Entweichen der Luft aus dem Kessel gesorgt werden muß, widrigenfalls die zusammengepreßte Luft ein solches Hinderniß werden kann, daß der Wasserdruck aus dem Reservoir nicht genügt, um das Wasser in gehöriger Menge in den Kessel eintreten zu lassen. Die Oeffnung des Regulators zum Entweichen der Luft ist gefährlich, weil bei Unterlassung des Schließens desselben unter Umständen die Maschine sich nach Ansammlung von Dämpfen von selbst in Bewegung setzen könnte. Zur Verhütung eines solchen Vorkommnisses, welches auch in Folge Undichtheit des Regulators eintreten kann, muß der Steuerungshebel aufs Mittel gestellt werden (vgl. Seite 259). Während der Füllung des Kessels mit Speisewasser genügt es, wenn die Probirhähne geöffnet sind. Unter Umständen erscheint es nicht unzweckmäßig, durch den Druck, den die vom Wasser zusammengepreßte Luft erzeugt,

einigermaßen die Dichtung zu prüfen. Dann aber muß der Maschinenführer zur rechten Zeit die Probirhähne zum Auslassen der Luft öffnen.

Nach geschehener Füllung auf die erforderliche Höhe, mindestens bis zum mittleren Probirhahn (vgl. Seite 324), muß sich die Ueberzeugung verschafft werden, daß der Ablaßhahn am Kessel gut und haltbar, die Wärmerohrhähne, der Hahn der Füllschale und die übrigen Wechsel und Hähne geschlossen sind. Ebenso muß sich der Führer immer überzeugen, daß die Rauchkastenthüre dicht und haltbar verschlossen, die Siederohre nicht verstopft und gehörig gereinigt sind. Wenn der Tender aus irgend einer Ursache von der Maschine abgeschoben war,



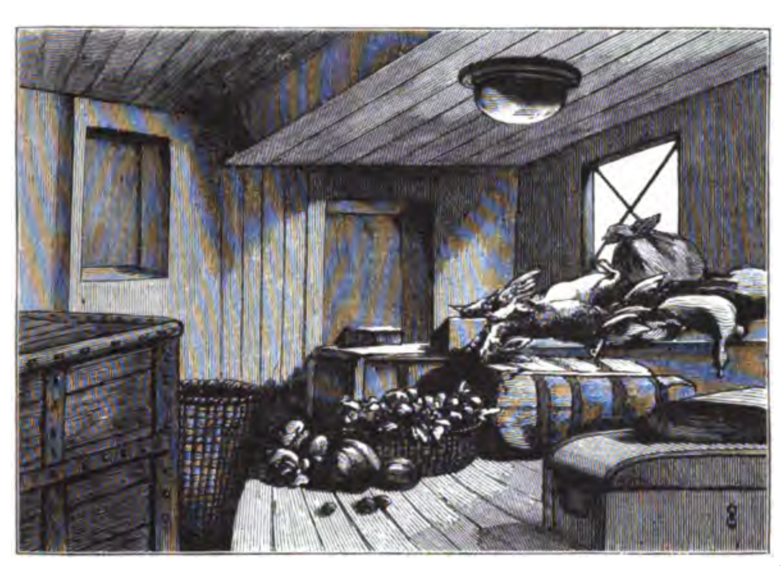
Küche in einem Expreßzuge.

muß er vor dem Anfeuern der Locomotive unbedingt angeschoben und mit der Locomotive auf das Sorgfältigste verbunden werden, wovon der Locomotivführer sich persönlich zu überzeugen hat.

Nach all' dem Vorgesagten kann erst zur Anlegung des Feuers im Feuerkasten geschritten werden. Das auf dem im vollkommen guten Zustande befindlichen Roste hergerichtete, gehörig verkleinerte und trockene Vorheizholz wird nun in Brand gesetzt. Die weitere Nachfeuerung ist derart zu unterhalten, daß zur gehörigen Zeit der nothwendige Dampf vorhanden ist, ohne daß mit dem Brennmaterial vergeudet werde, was der Führer genau zu überwachen hat. Bei rasch von statten gehender Dampfentwickelung ist der überflüssige Dampf zur Erwärmung des Tenderwassers bis zur bestimmten Temperaturgrenze (mit Bezug auf Injectoren) in den Tender zu leiten. Das Vorheizen geschieht in der Regel im Heizhause, wobei darauf zu achten ist, daß die Maschine mit ihrem Rauchfang unter ein Abzugsrohr,

niemals aber unmittelbar unter das Dachgehölze zu stehen komme. Bei Anheizen außerhalb des Heizhauses (beziehungsweise bei Abwesenheit eines solchen) ist auf die Nähe von Magazinen oder feuergefährlichen Gegenständen Bedacht zu nehmen.

Das Schmieren der Locomotive und des Tenders soll entweder vom Locomotivführer persönlich geschehen, oder es kann dies unter Aufsicht und Anleitung des Führers dem Heizer dann übertragen werden, wenn derselbe bereits genügend erfahren und als zuverlässig erprobt ist. Für Ersparnisse beim Schmiermaterialverbrauch sind allenthalben Prämien eingeführt, woran Führer und Heizer theilhaben und es ist somit Aufmunterung zu einem sorgsamen und rationellen Vorgang beim Schmieren gegeben. Andererseits aber werden Vernachlässigungen, sowie anderweitige Mißbräuche mit schweren Strafen belegt und es wird bei vorkommenden Verreibungen oder Beschädigungen der Maschinentheile der angerichtete Schaden dem Schuldtragenden zur Last gelegt. Das Schmieren muß rasch, dabei jedoch sorgfältig und mit Geschicklichkeit derart geschehen, daß alle Theile genügend aber nicht überflüssig geschmiert werden, und daß kein Schmiermaterial unnütz vergeudet werde.



Vorrathskammer in einem Expreßzuge.

Die Schmierapparate müssen öfter nachgesehen, gereinigt, die Schmierlöcher und Oelzuführungen frei gemacht, die Dochte nach Bedarf ausgewechselt und so gestaltet werden, daß weder zu viel noch zu wenig Oel zugeführt wird. Dies richtet sich nach der herrschenden Temperatur und der Festigkeit oder Dünnflüssigkeit des zur Verwendung gelangenden Schmiermateriales. Das Schmieren der Cylinder (Kolben) und Schieber ist nur vor Beginn der Fahrt erforderlich. Während des Ganges der Maschine ersetzt der feuchte Dampf die Schmierung.

Auf jedem Tender müssen jene Werkzeuge, Geräthschaften und Materialien vorhanden sein, welche während des Dienstes entweder regelmäßig oder fallweise benöthigt werden sollten. Hierzu zählen Fackeln, Kuppelungsbolzen und Reserve-kuppelungen, eiserne und hölzerne Stoppel für Feuerröhren, Hanf- und Arbeits-schnüre, Zugleine, Wassereimer und Schmierkübel, Schürhaken und Holzhacke, verschiedene Hämmer, Zangen und eiserne Hebel, Kannen, Signallaternen und Laterne für Wasserstand und Manometer, Hand- und Kreuzmeißel, Aschenräumer und Rauchkastenräumer, Kohlen- und Schlackenschaufel, Signalscheiben von Blech, verschiedene Schraubenschlüssel, Kohlenzange, englische Schrauben- und Stockwinde,



Damencoupé.

Pratzenwinde, Schraubenzieher und Lampenscheere, eine Fackelkiste und eine Kiste für die Kleider des Maschinenpersonales u. s. w. Jedes Werkzeug oder Geräthe wird mit der Nummer des zugehörigen Tenders, die Schraubenschlüssel mit jener der Locomotive versehen. Für die Vollständigkeit dieser Tenderausrüstung ist der Maschinenführer verantwortlich beziehungsweise ersatzpflichtig.

Der Maschinenführer hat vor der Fahrt aus dem Heizhause die Locomotive genau zu revidiren und zu untersuchen. Alle Keile, Bolzen, Schrauben 2c. müssen gehörig nachgezogen sein und hat sich der Führer zu überzeugen, daß alle Handhaben, wie zum Regulator, zur Aschenkastenklappe, zum Blasrohr u. s. w., der Steuerungshebel und alle Hähne gangbar und leicht zu dirigiren sind, ob die Verbindung des Tenders mit der Maschine verläßlich sei. Die Sandstreuapparate

müssen mit trockenem, scharfem Sande gefüllt, ein entsprechender Vorrath von demselben mitgeführt und gegen Eindringen von Nässe gesichert sein. Der Führer hat ferner darauf zu sehen, daß die vorgeschriebenen Signallaternen sich in vollkommen brauchbarem Zustande befinden und die Wasserstands- und Manometerlaterne vor Eintritt der Dunkelheit angezündet werden. Es ist zu bemerken, daß die auf den Stationsgeleisen verkehrenden Maschinen, sowie verschiebende oder außerhalb des Heizhauses in Bereitschaft stehende Maschinen bei Nacht vorne und rückwärts je eine Signallaterne mit rothem Licht zu tragen haben.

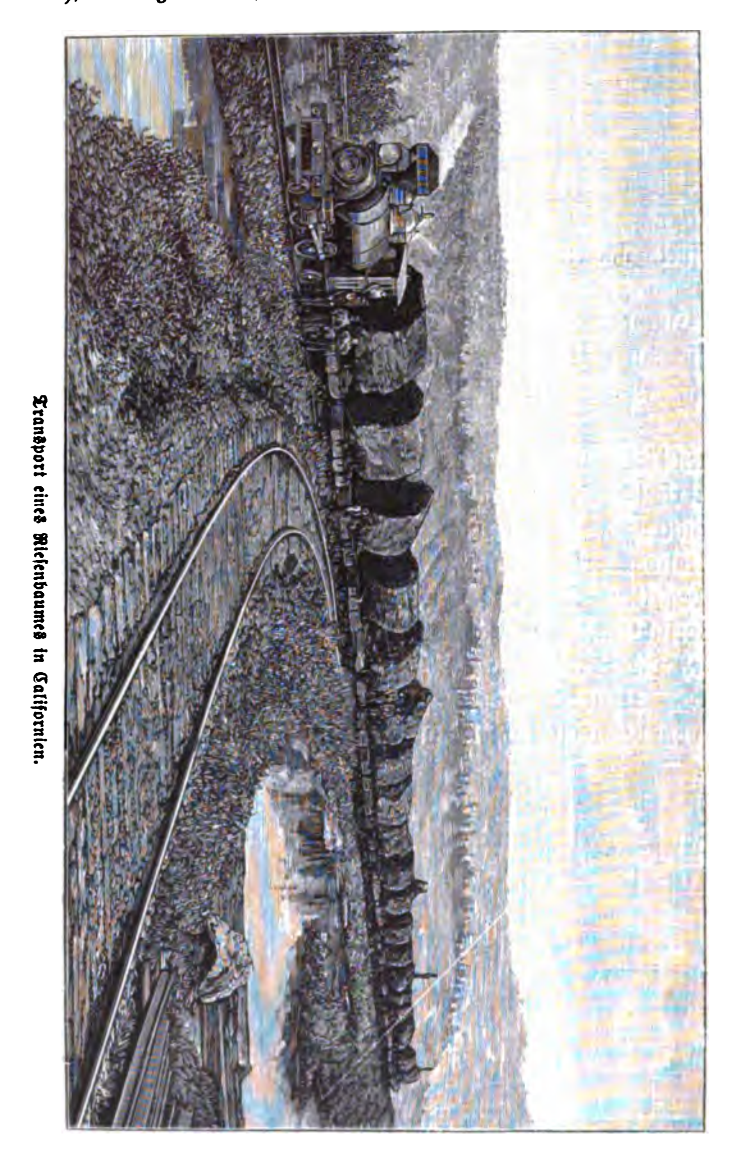
Soll die Locomotive an die Garnitur gebracht werden, so wird die Tenderbremse gelüftet, das Achtungssignal mit der Dampfpfeife gegeben und der Regulator ganz mäßig geöffnet, um ein allmähliches Anwärmen der Cylinder zu bewirken. Das hierbei aus dem erkalteten Dampfe niedergeschlagene Condensationswasser muß durch die Cylinderhähne abgelassen werden, welche zu diesem Zwecke so lange als nöthig offen zu halten sind. Principiell soll der Führer nie eine Bewegung ausführen, d. h. den Regulator nicht öffnen, bevor er nicht das Achtungssignal gegeben hat.

Bei der langsamen Fahrt vom Heizhause zur Garnitur hat der Führer Gelegenheit, sich von dem richtigen Gange aller Bewegungstheile und der Thätigkeit der verschiedenen Vorrichtungen zu überzeugen. Die Fahrt zur Garnitur hat nach den Weisungen des Stationsvorstandes zu geschehen und ist die Maschine von einem Functionär zu begleiten. Das Anstellen der Locomotive an den Wagenzug muß mit besonderer Vorsicht und Behutsamkeit geschehen, damit das starke Anstoßen vermieden werde. Die Verbindung des Tenders mit dem ersten Wagen der Garnitur wird durch das Stationspersonale besorgt, doch liegt dem Führer die Verpflichtung ob, sich von der vollkommenen und sicheren Verbindung die Ueberzeugung zu verschaffen.

Auf die einzelnen Kategorien der Züge übergehend, beginnen wir mit den Güterzügen. Ihre Zahl beziehungsweise die Anzahl der Achsen pro Zug hängt in erster Linie von der Dichte des Verkehrs, die Achsenzahl überdies von den Steigungsverhältnissen der betreffenden Bahn ab. Nachdem die todte Last der Züge an sich constant bleibt, erhellt, daß die Kosten leerer oder halbleerer Züge, und je mehr, desto schneller sie verkehren, ein ungünstiges Verhältniß ergeben. Das Ideal wäre: für den Verkehr eben hinreichende Zahl möglichst vollbelasteter Züge, denn den Transport der Maschinen und Wagen muß die Bahn, der Personen und Frachten aber das Publicum bezahlen.

Die Einleitung der Güterzüge liegt ganz im Belieben der Bahn, während jene der Personenzüge einen gleichmäßigen täglichen Verkehr bedingt. Die Einleitung von vollen Lastzügen wird durch die Verkehrsmasse bedingt; ist die letztere keine bedeutende, so werden gemischte Züge eingestellt. Es ist indes im Auge zu behalten, daß bei Zügen dieser Gattung die Fracht, für welche es hierbei keinen höheren Satz giebt, schneller, also mit höheren Selbstkosten transportirt werden

muß. Daher sollen gemischte Züge den Charakter von Güterzügen mit Personenbeförderung haben. Bei kurzen Lieferzeiten empfehlen sich Eilgüterzüge für Vieh, Stückgüter u. s. w.



Transport eines Riesenbaumes in Californien.

Rücksichtlich der Belastung der Züge handelt es sich zunächst darum, die Leistung der zur Verfügung stehenden Maschinen genau zu kennen, was durch Rechnung oder Leistungsfahrten geschieht.

Daraufhin wird die »Belastungstabelle« für die einzelnen Zugsgattungen beziehungsweise Streckengruppen aufgestellt. Wenn wegen localer Steigungen, deren zu Liebe die Belastung der ganzen Streckensection nicht herabgemindert werden kann, Verdoppelung der Maschine nöthig ist, entschließt man sich in der Regel für das Nachschieben, welches die Anwendung der Maximallast für jede Maschine, die Schonung der Zugvorrichtungen, die Sicherheit gegen Abreißen und Entrollen des Zuges gewährt. Züge auf ganzen Streckensectionen mit doppelten Maschinen zu befördern, ist nicht rationell, außer für den Rücktransport von Maschinen ohne Gegenzug, wo bei Steigungsstrecken eine davon als Vorspann- oder Schiebe-

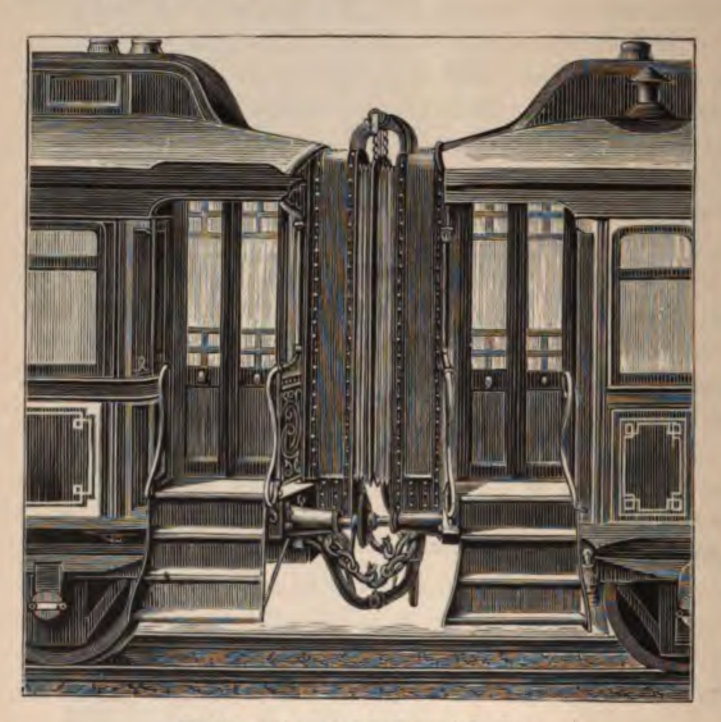
maschine benützt wird, wenn der halbe Transport sich als unvortheilhaft erweisen sollte. Sollten die Güterzüge auf gewissen Strecken regelmäßig weit unter dem Normale belastet sein, so empfiehlt es sich, diese geringe Last den Personen- oder gemischten Zügen beizugeben.

Der Locomotivführer ist verpflichtet, die Züge mit den denselben nach der Belastungstabelle zukommenden Lasten zu befördern. Auch Ueberlasten soll er innerhalb der in den allgemeinen Bestimmungen angegebenen Grenzen nach Möglichkeit zu befördern trachten. Nur wenn der Zustand seiner Maschine, die Witterungsverhältnisse oder andere ungünstige Umstände die anstandslose Beförderung des überlasteten Zuges in Frage stellen oder nicht möglich machen würden, kann der Führer unter Angabe der Ursachen dienstlich die Erklärung abgeben, daß er die Ueberlast nicht mitnehmen könne. Im Uebrigen hat sich aber der Führer der Anordnung seiner Vorgesetzten zu fügen und ist der diesbezügliche Sachverhalt in den Stundenpaß einzutragen. Bei Beförderung der Züge mit zwei Maschinen müssen dem zugführenden Locomotivführer der Name und die Nummer des Vorspannführers, dem letzteren die gleichartigen Angaben des zugführenden Maschinenführers angegeben, d. h. in deren »Leistungsbücheln« eingetragen werden. Dem Zugführer ist die volle Brutto- und Nettolast, dem Vorspannsführer hingegen nur die volle Bruttolast bekanntzugeben.

Ueber die Zusammenstellung der Personenzüge ist Bemerkenswerthes nichts zu sagen. Die Anzahl der Wagen richtet sich nach den jeweiligen Bedürfnissen, ebenso die Auswahl nach Classen. In der Regel überwiegen die Wagen III. Classe und begnügt man sich rücksichtlich der II. Classe vielfach mit gemischten Wagen I. und II. Classe. Auf Secundärbahnen sind Wagen I. Classe häufig gar nicht vertreten. Da die Fahrgeschwindigkeit der Personenzüge relativ gering ist, stellt sich die Zahl der Wagen (Achsen) höher als bei den Schnellzügen, für welche in der Regel das beste und bequemste vorhandene Wagenmaterial eingestellt wird. In früherer Zeit bestanden die Schnellzüge vielfach nur aus Wagen I. Classe, jetzt führen sie allenthalben alle drei Classen, mit wenigen Ausnahmen, bei denen die III. Classe entfällt.

Eine besondere Stellung im Eisenbahnbetrieb nehmen die internationalen Expreßzüge ein. Seit man die oceanischen und die Flußdampfboote mit allen nur erdenklichen Behaglichkeiten versehen hat, war man bestrebt, dieselben auch dem Eisenbahnreisenden zu bieten. Den ersten Anstoß hierzu gaben die Amerikaner durch Einstellung von Schlaf-, Speise- und Salonwagen in die fahrplanmäßigen Züge. Die Einrichtung des Schlafwagens war die erste, welche sich auf europäischen Eisenbahnen Eingang verschaffte. Es bildete sich zunächst in Frankreich eine Unternehmung unter der Bezeichnung »Compagnie internationale des Wagons-Lits«. Die anderen Länder folgten bald nach. In der Folge wurden auch Speisewagen auf einzelnen Strecken in Betrieb gebracht und schließlich brach sich die Einrichtung completer Expreßzüge, welche auf den europäischen Hauptlinien in Verkehr gesetzt

wurden, rasch Bahn. Dieselben führen durchwegs Wagen nach amerikanischem System, nämlich Schlaf-, Speise- und Salonwagen, einen Küchenwagen mit Vorrathskammer und einen Gepäckwagen. Die Zugkraft wird von der jeweiligen Bahnverwaltung, auf welche der Zug übergeht, beigestellt. Die Zusammenstellung der Garnitur ist derart getroffen, daß die Fahrgäste von einem Wagen in den anderen übertreten können, ohne gefährdet zu werden. Zu diesem Ende sind die Verbindungsstege zwischen je zwei Wagen durch sogenannte »Souflets« — schmale Gänge aus Lederbalgen — geschützt.



Verbindungssteg mit Lederbalgen (»Souflets«).

Luxuszüge sind in Europa, soweit Private in Betracht kommen, nur eine vereinzelte Erscheinung. Zwischen Dover und Paris verkehrt seit etwa zwei Jahren ein sogenannter »Clubzug«, welcher großen Comfort und tadellose Eleganz verbindet. In Amerika, wo der freien Entfaltung der individuellen Laune kaum irgend welche Grenzen gesteckt sind, findet man Luxuszüge häufiger. Insbesondere sind es die Eisenbahnkönige, welche sich eine solch' kostspielige Einrichtung gönnen und der Natur der Sache nach auch gönnen können. Züge dieser Art unterscheiden sich von den gewöhnlichen Expreßzügen dadurch, daß die Wagen ganz nach den Eingebungen und dem Geschmacke der Besteller gebaut und ausgestattet werden. Selbst Spielwagen für die Kinder, Bibliothek- und Musikwagen, Badecoupés u. s. w. findet man vertreten.

An Stelle der amerikanischen Luxuszüge treten in Europa die einzelnen Luxuswagen hervorragender Persönlichkeiten und die förmlichen Hofzüge. Ihre Anordnung und Einrichtung haben wir gelegentlich der Besprechung der Wagen dieser Züge (vgl. Seite 346) kennen gelernt. Die Hofzüge verkehren immer als

Separatzüge, also nicht fahrplanmäßig, wogegen die einzelnen Luxuswagen der Natur der Sache nach in die regelmäßig verkehrenden Züge eingestellt werden. Bei ersteren findet eine besondere Beaufsichtigung seitens hierzu bestellter Organe statt, wozu wohl die Anwesenheit eines höheren Beamten genügt. Es empfiehlt sich nicht, das Maschinenplateau mit höheren Organen zu füllen, da dadurch die Maschinenbedienung behindert, Führer und Heizer leicht verwirrt werden könnten. Neben der Anwesenheit eines höheren Beamten, dessen Dasein dem executiven Personale die Nothwendigkeit vermehrter Sorgfalt vor Augen führt, bietet die Wahl des besten, besonnensten, erfahrendsten und mit der Strecke wohlvertrauten Zugspersonales die Garantie eines glatten Betriebes.

Mit der Vereinigung der einzelnen Wagen zu einem Zuge tritt eine Reihe von technischen Hilfseinrichtungen in Verbindung, welche die Garnitur zu einem im technischen Sinne organischen Ganzen gestaltet. Die einzelnen Wagen sind sodann nur mehr die Glieder einer Kette, welche sich um so complicirter gestaltet, je vielgestaltiger die dem Zuge gemeinsamen Hilfseinrichtungen sind. Zunächst müssen die einzelnen Wagen in Zusammenhang gebracht werden, was durch die Zugvorrichtungen (Kuppelungen) erreicht wird. Damit in Verbindung stehen die Stoßapparate, welche die Zugwirkungen zu paralysiren haben. Alsdann wird es sich fallweise darum handeln, den in der Bewegung befindlichen Zug in seinem Laufe zu hemmen, was mittelst der sogenannten durchgehenden Bremsen von einem Punkte des Zuges aus für alle Wagen desselben gleichzeitig erzielt wird. Gemeinsam sind allen Wagen eines Zuges ferner die Beheizung und die Beleuchtung und jene Vorkehrungen, welche zur Sicherheit der Reisenden beziehungsweise des Zuges selbst dienen und Noth- und Hilfssignale genannt werden. Wir wollen nun diese Vorrichtungen der Reihe nach besprechen.

Die Zug- und Stoßapparate. — Lenkachsen.

Das Princip dieser Vorrichtungen wurde bereits an anderer Stelle (vgl. Seite 333) kurz erläutert. Bestünde jede Wagencolonne aus einem einheitlichen festen, in seinen einzelnen Theilen unbeweglichen Ganzen, so würde die zu seiner Fortbewegung nothwendige Maschinenkraft weit größer ausfallen, als in dem Falle, wenn die Verbindungen zwischen den Wagen Spielraum gewährten. In letzterem Falle wird ein Wagen nach dem anderen in Bewegung gesetzt, die Gesammtlast sonach allmählich von der Stelle gerückt, bis der ganze Zug ins Rollen kommt. Nun ist es aber von Belang, daß die Vorrichtungen, welche die Verbindung von Wagen zu Wagen herstellen, derart eingerichtet sind, daß das ruckweise Anziehen auf die einzelnen Vehikel nicht nachtheilig wirke, weil sie sonst sehr bald Schaden nehmen würden. Man erreicht dies durch die elastischen Zugvorrichtungen, welche indes ihre Aufgabe nur unvollkommen erfüllen würden, wenn sie lediglich von Wagen zu Wagen reichten. Aus diesem Grunde gestaltet man die Zugvorrichtungen

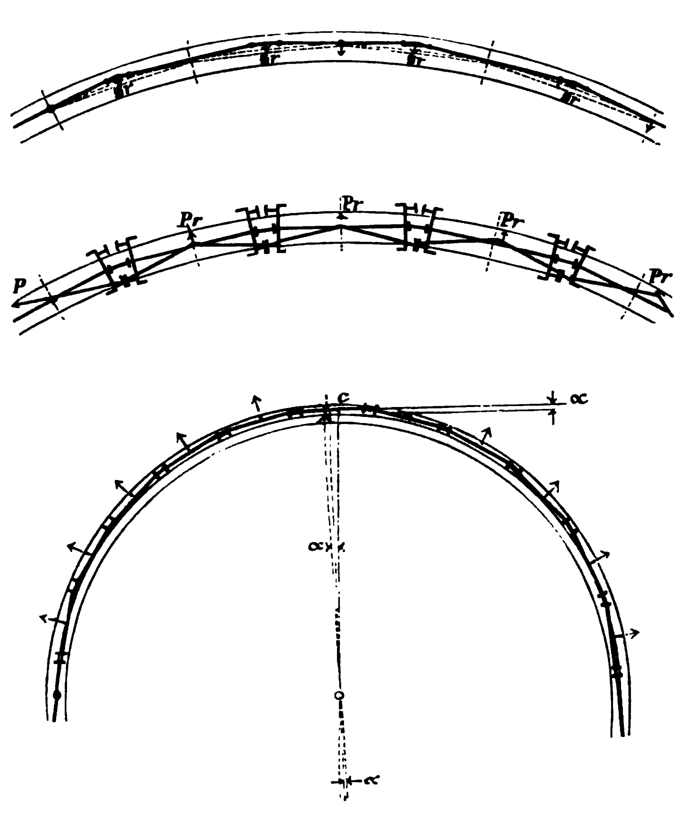
als ein einheitliches Ganzes, indem die unterhalb eines jeden Wagens durchgeführten Zugstangen miteinander in elastischer Weise verbunden sind.

In ähnlicher Weise sind, wie der Leser von früherher weiß, die Stoßapparate angeordnet. Die einzelnen Wagen eines Zuges würden, wenn sie fest aneinander ständen, ohne die Puffer eine steife Masse bilden, welche sich nicht durch Krümmungen bewegen könnte. Umgekehrt würden die einzelnen Wagen, wenn sie in einiger Entfernung von einander stünden und der Zug sich in Bewegung befände, im Falle daß die Locomotive rasch bremste oder irgend ein Unfall eine plötzliche Hemmung herbeiführte, erstere mit ihrem vollen Gewicht aufeinanderstoßen und schwere Beschädigungen herbeiführen. Unelastische Puffer, wie sie in der ersten Zeit des Eisenbahnwesens bestanden, erfüllen die Aufgabe der Abschwächung der Stöße nicht; sie werden daher elastisch eingerichtet. Zugleich wird, indem man die Schraubenkuppelungen so weit anzieht, daß die gegenüberstehenden Pufferteller je zweier Wagen in Berührung kommen, der erforderliche Spielraum von Wagen zu Wagen lediglich auf die Wirkung der elastischen Zug- und Stoßvorrichtungen beschränkt, wodurch die Garnitur in festen Zusammenschluß gelangt, ohne die Beweglichkeit ihrer einzelnen Theile einzubüßen.

Die Zug- und Stoßapparate spielen eine nicht unwesentliche Rolle in der Reihe jener Factoren, welche man »Zugwiderstände« nennt. Man hat dieselben in neuester Zeit gründlichen Studien unterzogen und sich bemüht, Vorkehrungen zu treffen, welche diejenigen Zugwiderstände beseitigen sollten, die sich aus der unrichtigen Stellung der bewegten Fahrzeuge in den Geleisen ergeben. Als richtige Stellung eines Fahrzeuges wird diejenige angesehen, welche der Bewegung desselben den geringsten Widerstand entgegensetzt. Von Einfluß hierbei sind, und zwar seitens der Fahrzeuge: das Radreifenprofil, der Radstand (beziehungsweise die Beweglichkeit der Achsen) und die Zug- und Stoßapparate; seitens des Geleises: das Schienenprofil und die Form und Ausführung des Geleises. Für uns handelt es sich hier nur um die Zug- und Stoßapparate, wozu noch einige später anzubringende Bemerkungen über die Lenkbarkeit der Achsen hinzukommen.

Theoretisch richtig ist, daß diejenige Lage der Zugstangen und Kuppelungen die beste ist, in welcher dieselben ein die Geleismittellinie umschließendes Polygon bilden (erste Figur auf Seite 411). Ferner machte sich die Anschauung geltend, daß die Zugapparate auf den Zugwiderstand am günstigsten einwirken müßten, wenn dieselben die Schwerpunkte der Wagen gelenkig verbinden, so daß in der Curve die Geleismittellinie dos Zugkräftepolygon umschließt. Da es aber constructiv schwierig ist, die Zugstangen in den Schwerpunkten der Wagen gelenkig zu machen, würde es genügen, die Knickpunkte etwa über den Achsmitten anzubringen. Wie nun von fachmännischer Seite geltend gemacht wird, hatte man hierbei übersehen, daß der Curvenwiderstand des frei laufenden Wagens größer ist, als bei den im Zuge laufenden Wagen, und daß für die radiale Verschiebung der Wagen in der Curve den Angriffspunkt der Kräfte gar nicht und nur die Richtung derselben in

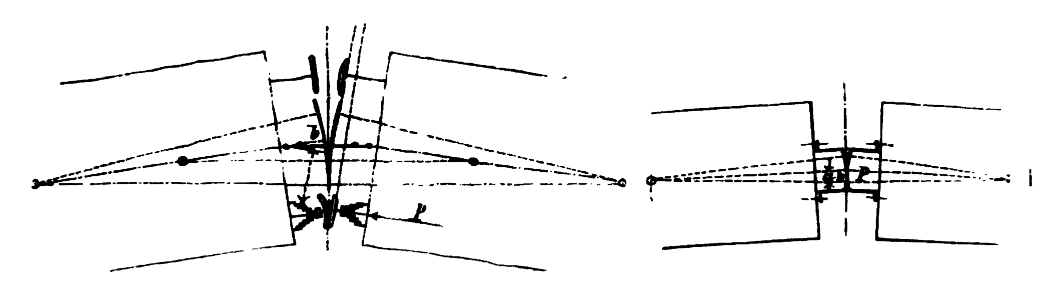
Betracht kommt. Die Gelenkigkeit der Zugstangen empfiehlt sich gleichwohl, und zwar bei Wagen von außergewöhnlicher Kastenlänge, weil bei der Curvenstellung solcher Wagen die Zughaken so weit von der Mittellinie des Geleises abstehen können, daß einerseits der angekuppelte Wagen derart durch die Kuppelung gezogen wird, daß das anlaufende Rad einen sehr starken Spurkranzdruck erfährt, anderseits der Wagen selbst in eine gefährliche Lage gebracht werden kann. Durch das Druckmoment, welches die Puffer an der Innenseite der Curve ausüben, werden die Wagen in der Richtung Pr (Fig. 2 nebenstehend) hinausgeschoben. Daraus folgt aber, daß sich die Spurkranzdrücke sämmtlicher äußeren Räder der mittleren Wagen eines Zuges in demselben Maße vermehren, wie sich die Spurkranzreibung an den äußeren Vorderrädern der ersten und letzten Fahrzeuge vermindert. Der Wagenzug wird dementsprechend in der Mitte stärker gekrümmt sein als die Geleismittellinie und die Verbindungslinie der Wagenschwerpunkte (vgl. Fig. 3 nebenstehend).



Lage der Zugstangen und Kuppelungen zum Geleise. (Fig. 1—3.)

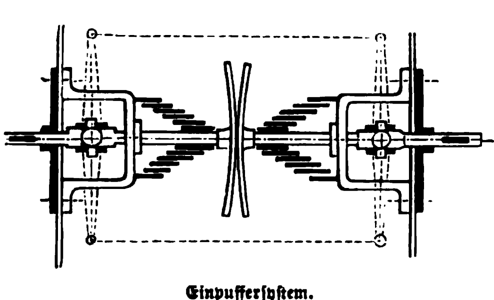
Die Pufferpressung in den Curven hängt, wenn man vom Curvenradius absieht, von zwei Momenten ab: erstens von der Pufferspannung der im geraden Geleise befindlichen Fahrzeuge, welche derart bemessen wird, daß die Wagen ruhig laufen; zweitens von dem Pufferabstande beziehungsweise dem Abstande des Puffers vom Zughaken (b in umstehender Figur), welcher der Hebelarm desjenigen Momentes ist, das auf die Geradstrebung des Zuges wirkt. Je kleiner dieser Abstand gemacht wird, desto geringer wird die schädliche Einwirkung der Pufferpressungen auf den Curvenwiderstand sein.

Das Ideal wäre sonach, den fraglichen Abstand = 0 zu machen und entspricht dies dem Einpuffersystem. Zur Zeit besteht dasselbe nur auf einigen Secundärbahnen, vornehmlich bei solchen mit schmaler Spur, wo die geringere Kastenbreite die Doppelpuffer dem Zughaken zu nahe bringen würde. Die für die Curvenbefahrung zweckmäßigste Stellung und Form veranschaulicht die hier untenstehende Figur. Um das Schlingern der Wagen zu vermeiden, werden die Pufferflächen abgerundet. Die Kuppelung kann beliebig fest angespannt werden, ohne den Zug in Curven steifgängig zu machen.



Pufferstellung in den Curven.

Die Gegner des Zweipuffersystems machen mit Recht geltend, daß mit demselben große Gefahren für das mit der Kuppelung betraute Personale erwachsen, da sie sich zwischen die Puffer stellen müssen, wobei jede Unachtsamkeit mit dem Leben oder schwerer Verstümmelung bezahlt wird. Nun bilden aber bei freier — nicht zwangläufiger — Kuppelung der Wagen die seitlichen Puffer das sicherste Mittel zur Verminderung der Schlingerbewegungen und wird deshalb sowohl der Bewegungswiderstand wie die Sicherheit von Entgleisungen im geraden Geleise einerseits durch scharfes Kuppeln der Fahrzeuge, andererseits durch großen Pufferstand erhöht. Um nun der Vortheile des Zweipuffersystems nicht verlustig zu werden, ist man schon seit Jahren bemüht, Vorrichtungen zu ersinnen, welche das Kuppeln der Wagen außerhalb des Geleises ermöglichen, um die berührten Gefahren für das Personale zu beseitigen. Bis jetzt ist es nicht gelungen, eine allen diesfälligen Anforderungen entsprechende Vorrichtung zu construiren. Dagegen ist es klar, daß mit dem Centralpuffersystem ein völlig gefahrloses Kuppeln verbunden ist.

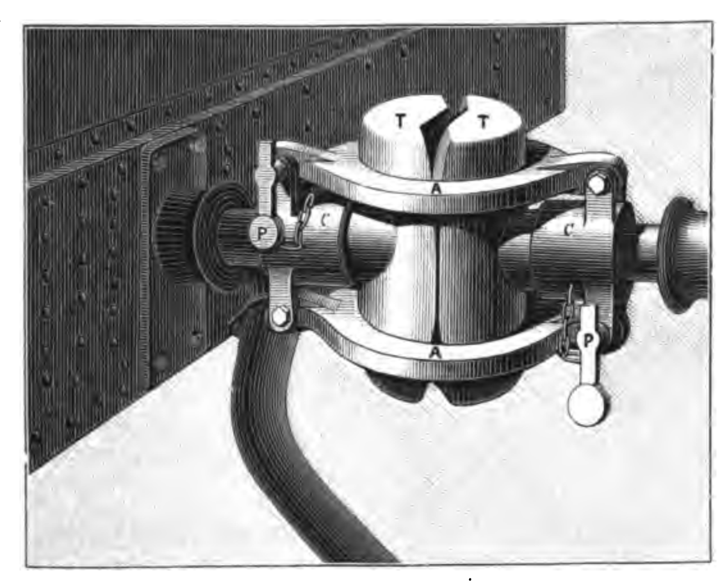


Einpuffersystem.

Indes muß, sollen Druck und Zug bei den Wagen in derselben Linie erfolgen, bei Centralpuffern die Kuppelung verdoppelt werden, also ein gegenseitiges

Anspannen der Wagen bei größerer Durchbiegung der Zug- und Druckfedern ausführbar sein. Will man hierbei die Zugstange gleichzeitig als Pufferstange, d. h. die Pufferfeder auch als Zugfeder benützen, so wird man auf eine bedeutend einfachere, in Figur auf S. 412 unten veranschaulichte Construction geführt, bei welcher jedoch die Zugstange selbst steif bleiben muß und nicht gelenkig gemacht werden kann. Die Zugketten müßten paarweise und an einem Balancier angebracht werden (Vgl. A. O. B.: »Ueber die Mittel zur Verminderung der Widerstände bei Eisenbahnzügen.«)

Die Nachtheile der Centralpuffer, nämlich die freiere Oscillation der Fahrzeuge, hat neuerdings der französische Ingenieur Roy durch nachstehend beschriebene



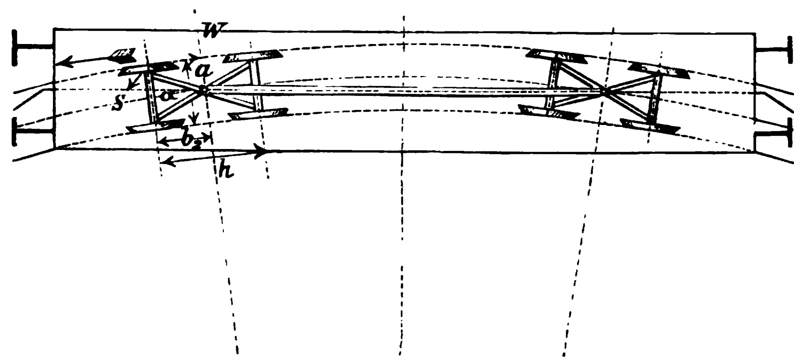
Roy's centrale Pufferkuppelung.

Construction nach Thunlichkeit zu beheben getrachtet. Die Puffer haben hier (vgl. vorstehende Abbildung) die Form verticaler Halbcylinder (T) und werden von zwei Ringen (A) umfaßt, welche sie zusammenhalten und die auf solche Weise die Function von Zughaken verrichten. Der Durchmesser dieser Ringe ist um etwa 10 Millimeter größer als jener der Puffer, damit sie leicht über die letzteren gelegt werden können. Die Puffer selbst sind nach einem Sägezahn geschnitten, um ihre Verbindung zu erleichtern, denn in Folge dieser Gestaltung nehmen sie sofort die gegenseitige richtige Stellung ein. Ein Spielraum von 3 Centimeter zwischen den Oberflächen gestattet ihnen übrigens, sich in den Curven nach Erforderniß gegeneinander zu neigen.

Die Kuppelung der Wagen vollzieht sich nun in folgender Weise: Der Ring A ist an dem Reifen C, welcher sich um die Pufferachse drehen kann,

befestigt. Wenn die Puffer sich berühren, wird der Ring A gehoben, indem man den Reifen entsprechend dreht und ersteren sodann über die beiden Puffer fallen läßt. Hierbei legt sich die jenseitige Nase des Ringes A in die Gabel, welche den Reif C trägt. Durch einen Bolzen, den man durch die Oesen der Gabel und der Ringnase hindurchschiebt und der ein Gegengewicht (P) besitzt, wird diese Lage des Ringes fixirt. Mit dem unteren Ringe verfährt man auf gleiche Weise. Jeder Ring kann für sich allein ohne Deformation die Wirkung der Zugkraft aushalten. Die Kuppelung bietet daher doppelte Sicherheit. Roy's System hat auf der Gebirgsbahn von St. Georges de Commiers nach La Mure in Frankreich praktische Verwendung gefunden.

Wir haben nun noch einige Bemerkungen über den Widerstand, welchen die steifen Achsen in den Curven der Zugkraft entgegensetzen, vorzubringen, beziehungsweise der Mittel zu gedenken, welche diesem Uebelstande abzuhelfen suchen. Die



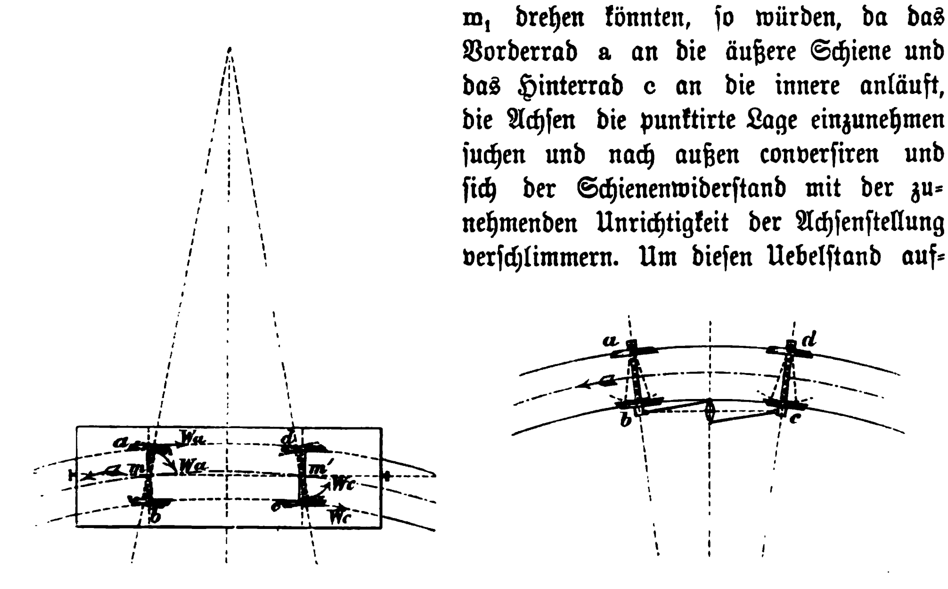
Stellung der Trucks in der Curve.

Sache liegt bekanntlich so: bei Wagen für gerade Geleise ist ein großer Radstand von Vortheil, weil dieselben sehr ruhig laufen; die Beschränkung des Curvenwiderstandes erfordert aber einen kleinen Radstand. Beiden Verhältnissen werden die Wagen mit Truckgestellen gerecht. Es ist indes hervorzuheben, daß der Truck die Tendenz hat, sich bei einem einseitig auftretenden bedeutenden Schienenwiderstande (W in vorstehender Figur) mit dem Momente W a zu drehen, welchem das aus der Spurkranzreibung (S) und dem Abstand $\frac{b}{2}$ gebildeten Moment entgegenwirkt. Dadurch erleidet das Truckgestell in geraden und gekrümmten Geleisen stark schlingernde Bewegungen und neigt zum Entgleisen. Diesem Uebelstand kann nur durch Vergrößerung von b, d. i. des Partialradstandes, entgegengewirkt werden. Ein großer Partialradstand liefert dem Truckwagen auch im geraden Geleise eine leichte Beweglichkeit; der Totalradstand aber kann rücksichtlich des Widerstandes überhaupt nicht groß genug gewählt werden.

Das Trucksystem ist indes nicht ohne Nachtheile. Wagen mit Drehgestellen haben ein bedeutendes Gewicht, wodurch der Zugwiderstand in den Steigungen

sich erheblich vermehrt. Außerdem bleiben die Achsen des Trucks in den Curven in paralleler Lage zu dem durch die Drehzapfen gehenden Curvenradius, wodurch die radiale Einstellung der Achsen nur annähernd erfolgt. Theoretisch und praktisch correct wird dies aber nur durch die sogenannten Lenkachsen erreicht. Ihre Construction beruht auf dem Gedanken, die Schienenwiderstände beider Räder einer Achse beziehungsweise der vier Räder eines Achsenpaares gleich groß zu machen, welches umgekehrt voraussetzt, daß zwei Räder einer Achse symmetrisch und die Achse rechtwinkelig zum Geleise stehen.

Nehmen wir beispielsweise an, daß die Achsen a b und c d (in nebenstehender Figur) eines in der Curve fahrenden Wagens sich um ihre Mittelpunkte m und m_1 drehen könnten, so würden, da das Vorderrad a an die äußere Schiene und das Hinterrad c an die innere anläuft, die Achsen die punktirte Lage einzunehmen suchen und nach außen convergiren und sich der Schienenwiderstand mit der zunehmenden Unrichtigkeit der Achsenstellung verschlimmern. Um diesen Uebelstand auf-



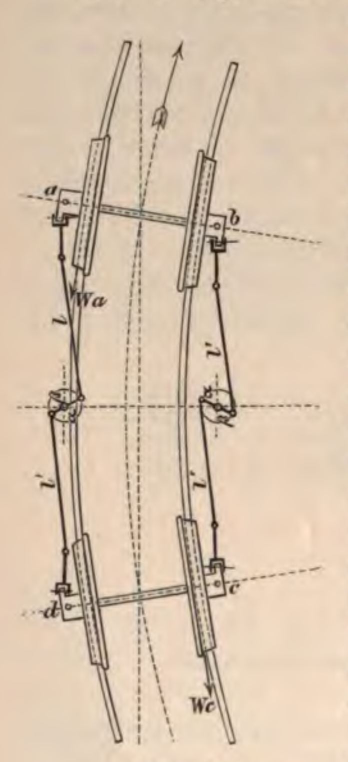
Falsche Stellung der Achsen in Curven und radiale Einstellung durch Lenkachsen.

zuheben, muß der Ueberschuß der in den Rädern a und c auftretenden stärkeren Widerstände beziehungsweise der horizontalen Achsdrucke derart auf die Räder b und d übertragen werden, daß dieselben unter sich gleich groß ausfallen.

Klose hat mit seiner Lenkachse, welche auf Seite 416 abgebildet ist, dies in der Weise bewirkt, daß der horizontale Achsschenkeldruck des Rades a durch die Hebel $\alpha\,\beta$ und die Schubstangen l und l^1 auf den Achsschenkel des Rades d übertragen wird, ebenso die des Rades c auf den des Rades b. Die Verschiebungen der Räder a und c in der Bewegungsrichtung haben sonach eine entgegengesetzte Verschiebung der Räder d und b zur Folge, und da die Achsen absolut steif sind, so daß die auf Rad b übertragene Kraft der Schwenkung des Rades a entgegen wirkt, so müssen beide Achsen die richtige Stellung einnehmen, d. h. symmetrisch zum Geleise und radial stehen. Da indes die Kraftübertragungen mit Bewegung,

also mit Kraftverlust verbunden sind, erfolgt die radiale Einstellung nicht vollständig, indem dasjenige Rad gegen die richtige Einstellung etwas zurückbleibt, welches den größten Widerstand erfährt. Klose hat diesem Uebelstande in der älteren Construction seiner Lenkachse dadurch zu begegnen gesucht, daß er die Achsen um den einen Achsschenkel drehbar machte (vgl. die untere Figur Seite 415). Bei derselben bleibt jedoch der bei einem Rade auftretende erhöhte Widerstand unausgeglichen; die Radialstellung ist demnach weniger genau und empfindlich.

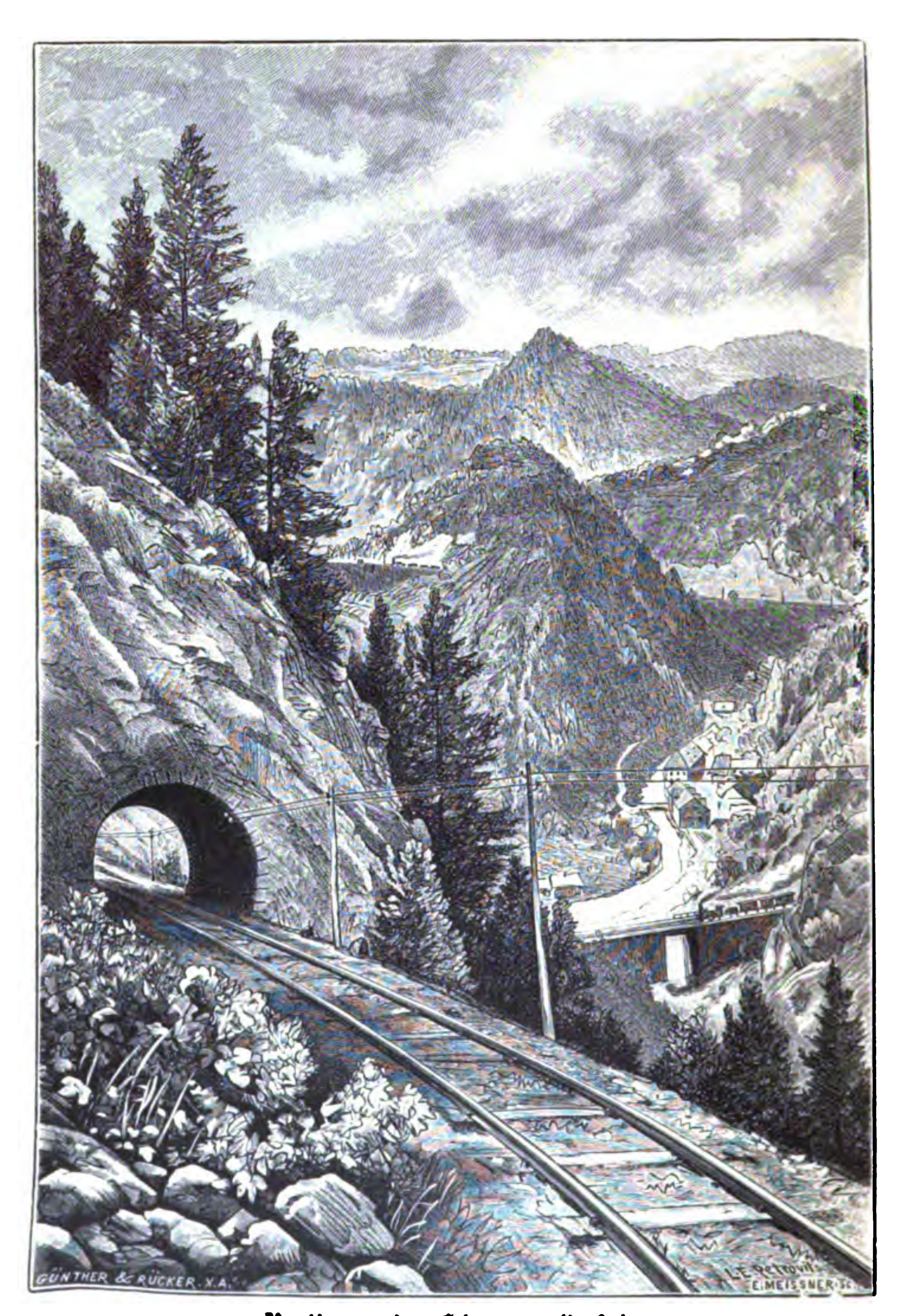
Bei den sogenannten »freien Lenkachsen« findet eine Uebertragung der an beiden Rädern einer Achse verschieden großen Schienenwiderstände nicht statt, und es kann somit auch von einer Radialstellung nicht die Rede sein. Wenn trotzdem die Erfahrung einen besseren Lauf solcher Wagen ergeben hat, so dürfte die Ursache hierfür in den geringeren Schlingerbewegungen sein, zu welchen die Bahnunebenheiten bei den nachgiebigen Achsen Veranlassung geben, nicht aber die Lenkachsigkeit. Man bezeichnet demnach solche Achsen treffender als »elastische Achsen«. Den Lenkachsen kommt übrigens noch ein anderer Uebelstand zu. Sie haben, wie auseinandergesetzt wurde, den Zweck, die Schienenwiderstände auszugleichen; es wird also die Schwankung der Achse schon dann eintreten, wenn von den Rädern das eine einen größeren Widerstand erfährt als das andere. Dies kann ebensowohl in Curven als in geraden Geleisen eintreten, und zwar innerhalb sehr kurzer Pausen, wodurch ein Schlottern der Achsen eintreten würde, was für die Widerstandsvermehrung von größerem Belange wäre als die Steifachsigkeit.



Klose's Lenkachsen.

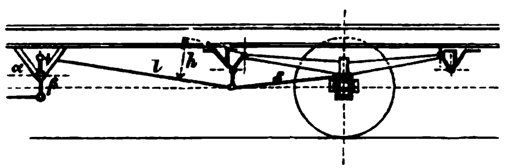
Dieser allzugroßen Empfindlichkeit, welche überdies durch den Gang der Lenkvorrichtung vermehrt wird, hat man durch die sogenannte »Zwangstellung für die Mittellage der Achsen« vorgebeugt. Das Wesen derselben besteht in Folgendem: das Federgehänge ist zu einem Hebel h (S. 417) ausgebildet, welcher von der Schubstange l bewegt wird. Dadurch erhält die Feder nicht nur durch die Achsbüchse vermittelst des Bolzens, sondern auch durch das Gehänge eine seitliche Verschiebung, welche gleichzeitig mit einem Anheben der Federn verbunden ist. Bei der Mittelstellung der Achse waltet die tiefste Lage der Feder vor; es muß daher die Federbelastung selbstthätig auf die tiefste Lage, sonach auf die Mittelstellung der Achse hinwirken.

Durch die Klose'sche Lenkachsenconstruction ist der Ausgleich der Schienenwiderstände dadurch bewirkt, daß immer bei zwei auf einer Schiene laufenden



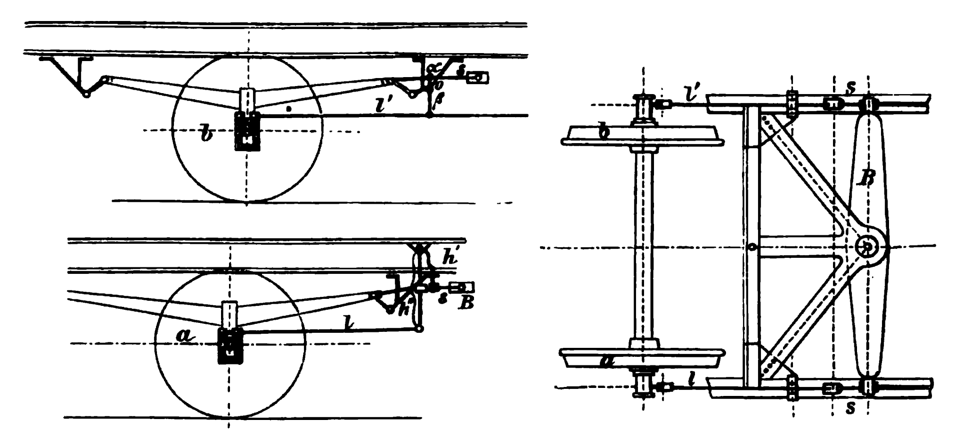
Partie von der Schwarzwald-Bahn.

Rädern die horizontalen Achsschenkeldrucke ins Gleichgewicht gesetzt werden. Eine mindestens ebenso nahe liegende Lösung bietet aber der Ausgleich der Widerstandsdifferenz der auf einer Achse befindlichen Räder, indem man jede Achse für sich und unabhängig von der anderen Achse lenkbar macht. Dieselbe ist in den untenstehenden Figuren schematisch veranschaulicht. Die Druckstange l des Rades a greift hier an einem Hängeeisen h'' an, von welchem aus der Druck durch ein Charnierband s auf einen horizontalen Balancier B übertragen wird. Letzterer bewegt auf der Seite des Rades b einen um den Bolzen o des Federgehänges schwingenden zweiarmigen Hebel α β, an dessen Ende die Druckstange l' der Achsbüchse des Rades b eingreift. Um auch hier eine Zwangsstellung für die Mittellage herbeizuführen, sind die Federgehänge durch je ein Charnierband sowohl mit dem Hängeeisen h, wie mit dem Hebel α β verbunden.



Zwangstellung für die Mittellage der Achsen.

Für alle diejenigen Fälle, in denen man in der Lage ist, zwei Achsen miteinander kuppeln zu können, wird die unabhängige Lenkbarkeit jeder Achse sich



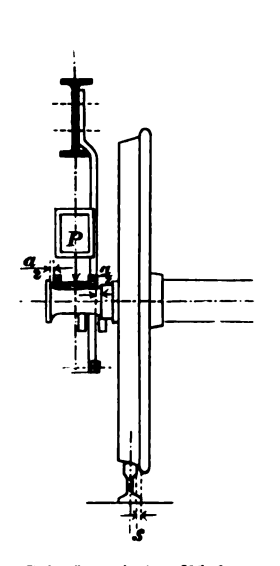
Lenkbarkeit einzelner Achsen.

nicht empfehlen; wohl aber kann dieselbe von Vortheil sein, wenn es sich darum handelt, einzelne Achsen lenkbar zu machen, wie die Locomotivlaufachsen. (Vergleiche den anonymen Autor von »Ueber die Mittel zur Verminderung der Widerstände bei Eisenbahnzügen«.)

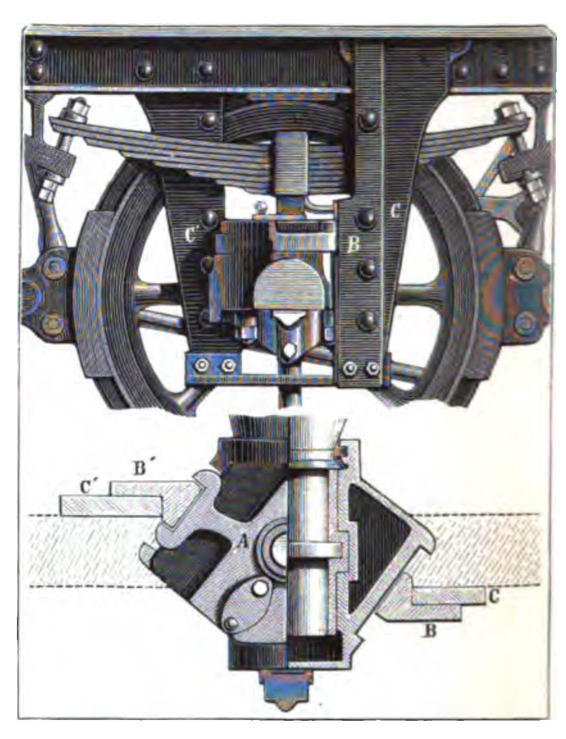
Die ungünstigste Rolle bezüglich des Bewegungswiderstandes in Curven spielen die dreiachsigen Wagen. Hier wird die Mittelachse lenkbar gemacht. Eine ganz neuartige Construction rührt von dem weiter oben genannten französischen Ingenieur Roy her. Zu ihrem Verständnisse müssen wir einige Bemerkungen

voraussenden. Um im Allgemeinen die Wirkungen der Zug- und Stoßkräfte auf die Achsen abzuschwächen, dienen die zwischen den Achslagern und Achsschenkelbinden, den Achsgabeln und Achsgabelführungsleisten vorgesehenen Spielräume. Der Spielraum a (in untenstehender Figur) in den Achsschenkeln bewirkt, daß die Schwingungen des Wagenkastens sich nur mit der Stärke auf die Achsen übertragen, welche der in der Längsrichtung auftretenden Achsschenkelreibung entspricht.

Wollte man erreichen, daß die durch die Spurkranzstöße verursachten Seitenschwingungen des Wagenkastens nicht wiederum in Stöße der Lagerschalen gegen die Achsschenkelbinde übergehen, so würde man den Spielraum a so groß zu machen haben, daß die Reibung die Stoßwirkung aufzehrt, beziehungsweise daß




Spielräume in den Achslagern.



Roy's Achslager.

sich die Schwankung der Achse ohne Stoß gegen die Achsgabeln bei feststehend gedachtem Wagenkasten vollziehen kann. Letzterem würde entsprochen, wenn man den Spielraum a der Lagerschale gleich oder größer macht als den Spurkranzabstand s. Theoretisch würde sich der Spielraum nach der Größe der Achsschenkelreibung beziehungsweise nach der Belastung P richten, auf welche jedoch in der Praxis keine Rücksicht genommen werden kann.

In sehr bemerkenswerther Weise hat Roy die Frage der Beweglichkeit der Achsen auf der Seite 413 erwähnten Gebirgsbahn gelöst. Die Wagen dieser Bahn ruhen auf drei Achsen, deren mittlere fest ist. Die beiden Endachsen ruhen dagegen in besonders construirten Achslagern, welche den Achsen gestatten, sich in den

Curven bei gleichzeitiger Drehung um einen Zapfen auch transversal um ein bestimmtes Maß zu verschieben. Die Gabel des Achshalters besteht aus zwei von einander unabhängigen Theilen, die in verschiedenen Ebenen liegen; der eine Arm C ist auf der äußeren Seite, der andere Arm C[1] auf der inneren Seite des Längsbalkens des Wagenrahmens, jener vor, dieser hinter dem Federbunde befestigt. An diese beiden Arme sind die Gleitschienen B B' angenietet, auf welchen die Backen des Achslagers schleifen. Diese letzteren bilden einerseits eine Folge von Gabeln, die mit einem gewissen Spiel die innere Gleitschiene B' umfassen und anderseits eine Ebene, welche schräg steht zur Mittellinie der Radachse und an der Gleitschiene B schleift, wenn sich die Achse um ihre Mitte dreht. Die Neigung dieser Fläche begrenzt zugleich die Größe der Verschiebung, weil sie die Achse in ihre normale Lage zurückzuführen sucht und die Gleitschiene nur dann eine Bewegung zuläßt,' wenn die Achse einen hinreichend starken Stoß ausübt, veranlaßt durch die Wirkung der gekrümmten Schiene gegen den Spurkranz des Rades. Um anderseits die Verschiebung der Achse zu begrenzen, ist eine doppelte geneigte Ebene über dem oberen Theile des Achslagergehäuses bei A und über dem Auflager der Tragfedernstütze, welche die Last des Wagens auf die Achsbüchse überträgt, entsprechend angeordnet.

Beheizung und Beleuchtung der Wagen.

Was zunächst die Beheizung anbelangt, ist eine rationelle Lösung dieser Frage bisher nicht erfolgt. Die Schwierigkeiten sind nicht zu unterschätzen, wenn man erwägt, daß man es hier mit sehr kleinen beengten Räumen zu thun hat, deren Luft durch Oeffnen der Fenster oder der Thüre in wenigen Secunden gegen die rasch einströmende Außenluft getauscht wird. Wünschenswerth ist, daß: der Feuerherd außerhalb des Wagens liege; gegen das Eindringen von Verbrennungsgasen ins Innere des Coupés möglichst vorgesorgt sei; die Temperatur möglichst gleichförmig sei und über eine gewisse Grenze von etwa 12° nicht getrieben werden könne; die Einlage des Brennstoffes zur Heizung blos am Ausgangspunkt des Zuges; der Wechsel blos an beliebigen Hauptstationen mit langen Aufenthalten erforderlich und letzterer in wenigen Minuten bewerkstelligt sei.

Zur Zeit bestehen auf verschiedenen Bahnen folgende Heizvorrichtungen: Dampf von der Zugmaschine, Dampf durch besondere Dampfkessel, Heizung mit präparirter Kohle, durch eiserne Füllöfen mit Steinkohlen oder Braunkohlen, Füllöfen mit Holzkohlen und Wärmflaschen beziehungsweise mit heißem Wasser gefüllte Kästen. Die älteste Methode der Heizung durch Wärmflaschen gewährt allerdings vollkommene Sicherheit gegen Feuersgefahr, sie wirkt jedoch unvollkommen und bewirkt hohe Betriebskosten. Ofenheizung ist nicht ungefährlich, überdies unökonomisch und gesundheitsschädlich. Ferner nimmt diese Vorrichtung mehrere Sitzplätze weg und werden die dem Ofen Zunächstsitzenden durch die strahlende Wärme

sehr belästigt. Bei der gleichfalls, wenn auch in minderem Grade gefährlichen Heizung mit präparirter Kohle, welche in Drahtkästen sich befindet, die wieder von besonderen eisernen Kästen umgeben sind, tritt der Uebelstand zu Tage, daß mit der Zeit Fugen und Oeffnungen sich bilden, durch welche Gasausströmungen stattfinden. Die Kohle glimmt unter mäßiger Luftzuführung langsam weiter und gelangen die Verbrennungsgase durch besondere Röhren ins Freie.

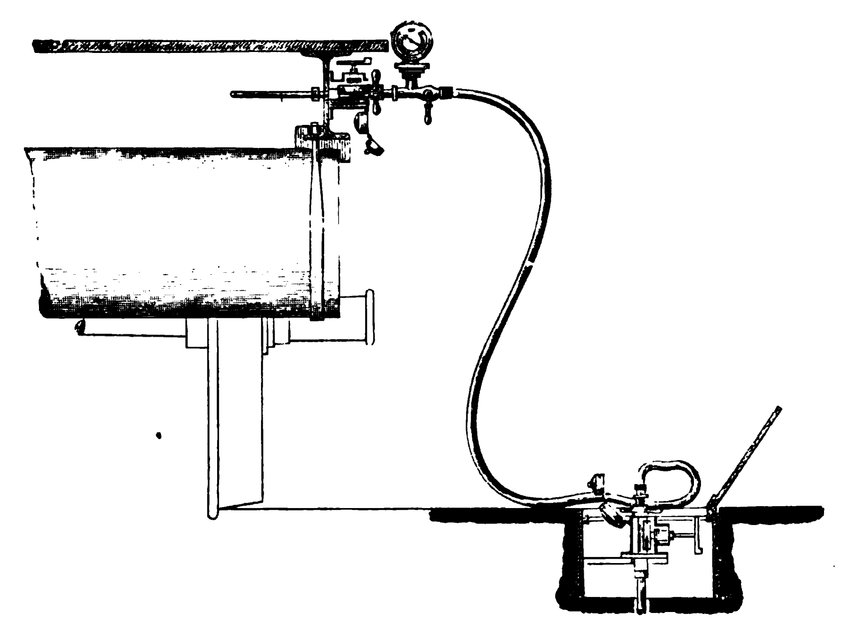
Die Wasserheizung ist wenig ausgiebig und durch Ausschwitzen und Lecke in den Röhren und deren Knien, Bügen und Flanschen, und durch unmerkliches Nässen den ganzen Kasten schädigend. Die Dampfheizung ist billig, wenn, was aber bei den ohnehin erheblichen Anforderungen an den Kessel nicht immer angänglich ist, der Dampf der Locomotive entnommen wird; sie schließt die Feuersgefahr aus und ist einfach und leicht regulirbar. Die Anlage ist freilich nicht ganz unkostspielig und kommt ihr der Uebelstand zu, daß Wagen mit Dampfheizungsvorrichtung, die auf andere Bahnen übergehen, wo eine andere Methode der Heizung besteht, mittelst Wärmflaschen geheizt werden müssen.

In Amerika ist vorwiegend die Ofenheizung eingeführt. Da diese Methode eine sehr ungleichmäßige Erwärmung der langen amerikanischen Wagen ergiebt, sind immer zwei Oefen in den entgegenstehenden Ecken des Wagens untergebracht. Sehr verbreitet und in den Luxuswagen in ausschließlicher Verwendung ist die Warmwasserheizung. Dieselbe besteht in einem eisernen Ofen, in welchem die Kohle von oben aus eingeführt wird. Der Ofen ist aus starkem Blech und enthält spiralförmig gewundene, mit Wasser gefüllte Eisenröhren, deren Enden mit dem continuirlichen, unter den Sitzen und von Sitz zu Sitz längs der unteren Wagenkanten im Innern des Wagens hinziehenden Eisenrohre verbunden sind. Durch Heizung des Ofens entsteht in diesem Rohrsysteme ein Kreislauf des heißen Wassers, welches alle, auch die vom Ofen entferntesten Theile des Wagens, gleichmäßig heizt, während die doppelte Umhüllung des Ofens die demselben Zunächstsitzenden vor zu großer Hitze schützt. Um das Frieren des Wassers während der Zeit zu verhindern, während welcher der Wagen unbenützt ist, wird dasselbe reich mit Salz versetzt. Auch wird bei Beginn der Heizung stets dafür Sorge getragen, daß keine Luft in den Röhren sich befinde. Das Einfüllen des Wassers geschieht von einem auf der Wagendecke angebrachten Gefäße aus. Wenn die Röhren einmal gefüllt, die Luft aus denselben ausgetrieben und der Einlaufhahn geschlossen ist, kann dasselbe Wasser lange benützt werden.

Als einen der Vortheile dieses Heizapparates führt E. Pontzen an, daß bei etwaigen Zusammenstößen oder sonstigen, die Wagen stark erschütternden oder zertrümmernden Unfällen, das Vorhandensein des Feuers im Innern des Wagens zu keinem Brande Anlaß geben kann, weil nicht nur die starke Blechwand und der gute Verschluß das Verstreuen der glühenden Kohlen hindert, sondern weil überdies im Falle der Zerdrückung des Ofens die Wasserröhren, welche das Feuer umgeben, platzen und das Feuer löschen würden. Die eisernen Röhren sind auf

einen Druck von etwa 15 Kilogramm pro Quadratcentimeter probirt. Die in der Spirale dem Feuer direct ausgesetzten Rohre haben 4 bis 5 Meter Länge, während in einem gewöhnlichen Wagen die Gesammtlänge der Rohrleitungen 60 bis 70 Meter beträgt. Der Kohlenverbrauch bei dieser Heizungsmethode ist, wie sich ergeben hat, ein sehr geringer, hingegen belaufen sich die Kosten der Anlage pro Wagen auf mehr als 300 Dollars.

Was die Beleuchtung der Wagen anbelangt, hat dieselbe im Laufe der Zeit zu den mannigfachsten Versuchen geführt. Ursprünglich wurde bei vielen Bahnen in der Scheidewand zweier Wagencoupés eine Laterne angebracht, in welcher



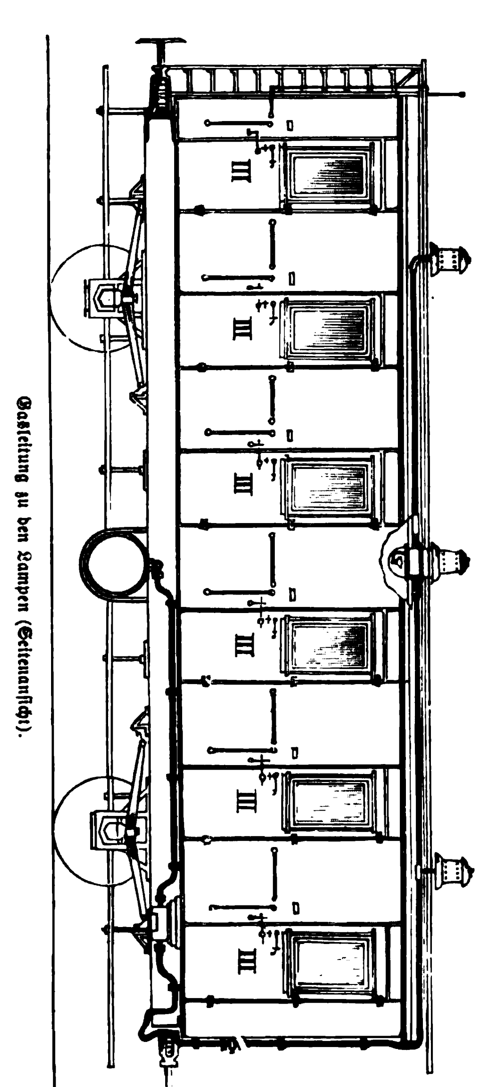
Ueberführung des Leuchtgases aus dem Stationsrecipienten in den Regulator.

eine Kerze brannte, die durch den Conducteur eingesetzt wurde, und welche eine Spiralfeder von unten nach oben drückte. Nach der Stearinkerze folgte die Rüböl-beleuchtung, welche in Bezug auf Leuchtkraft sehr viel zu wünschen übrig ließ und daher bald von der sogenannten Photogenbeleuchtung verdrängt wurde. Später erfolgte sodann die Beleuchtung mit Petroleum, dessen Neuheit zu Explosionen und anderen störenden Zwischenfällen führte, wodurch es auf einige Zeit wieder verschwand. So kam wieder die Rübölbeleuchtung, jedoch in verbesserten Lampen zu Ehren.

Diese Beleuchtungsmethode hat sich zwar bis auf den Tag erhalten, wird jedoch allmählich durch die Gasbeleuchtung ersetzt.

Die ersten Versuche, Gas der Wagenbeleuchtung dienstbar zu machen, reicht in die ersten Fünfzigerjahre zurück, nachdem es bereits in den Dreißigerjahren

gelungen war, Gas unter hohem Drucke in geeignete Behälter zusammenzupressen, und es durch den im Jahre 1839 von N. Boguillon in Paris erfundenen Hochdruck-Reductionsapparat ermöglicht wurde, den hohen Druck des comprimirten Gases auf den entsprechenden Beleuchtungsdruck zu reduciren. Im Jahre 1857 trat in England Th. J. Thompson mit einem vollkommen ausgearbeiteten Systeme zur Beleuchtung von Eisenbahnwagen in die Oeffentlichkeit und wurden im Jahre darauf auf der Linie Dublin-Kingstown mit einem durch Gas beleuchteten completen Zug die ersten Probeversuche unternommen. Im gleichen Jahre wurde von der Societé du Gas portatis ein Wagen I. Classe mit Gasbeleuchtung versehen, welcher auf der Strecke Paris-Straßburg verkehrte. Diese beiden Versuche ergaben so glänzende und befriedigende Resultate, daß in den beiden genannten Ländern die neue Beleuchtungsmethode eingeführt wurde. Nordamerika folgte unmittelbar, Belgien im Jahre 1863. Im Jahre 1871 verkehrten die Züge der Mont Cenisbahn mit der neuen Beleuchtung, 1872 wurde sie in Deutschland, Ende der Siebzigerjahre in Oesterreich eingeführt.



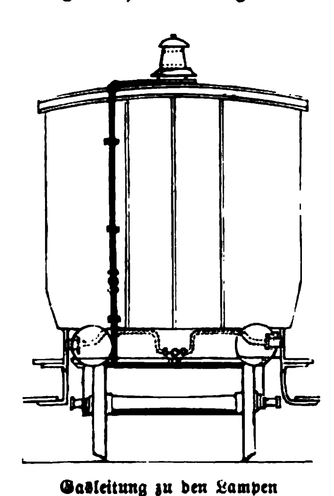
Gasleitung zu den Lampen (Seitenansicht).

Das erste Gas, welches für derartige Beleuchtungszwecke verwendet wurde, war das sogenannte Bogheadgas, von welchem pro Flamme und Stunde 35 Liter Consum genügten. Es wurde jedoch bald durch Oelgas, in Folge dessen größerer Leuchtkraft bei gleichem Consum, verdrängt. Der inzwischen angestellte Versuch, gewöhnliches Steinkohlengas mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen zu carboniren, fand zwar vielen Beifall, doch wurde schon nach kurzer Zeit die Verwendung desselben von einigen Staaten seiner Gefährlichkeit halber verboten.

Das zur Wagenbeleuchtung bestimmte Oelgas wird in der Regel in einer Hauptstation erzeugt und mittelst besonderer Compressionspumpen in die sogenannten

Stationsrecipienten bis zu einem Drucke von 10 bis 12 Atmosphären eingepumpt. Von diesen Stationsrecipienten werden Leitungen zwischen die Zuggeleise zu den Füllständern geführt, von welchen aus mittelst starkwandiger Gummischläuche die Wagenrecipienten durch die Füllventile des Wagens bis auf den normalen Druck von 0 Atmosphären mit Gas gefüllt werden. Der Recipienteninhalt ist derart bemessen, daß durchschnittlich eine sechsunddreißigstündige Brenndauer erreicht wird.

Jeder Wagen erhält an jeder Längsseite ein Füllventil, damit derselbe bei jeder Stellung im Zuge leicht mit dem Füllständer verbunden werden kann. Beide Füllventile sind unter sich und mit dem Recipienten durch starkwandige Rohre verbunden. Von dieser Verbindung führt eine gleiche Leitung nach dem Regulator, der an irgend einer geeigneten Stelle des Wagenuntergestelles befestigt ist. Dieser Apparat, ein Membranregulator mit Federbelastung, reducirt selbstthätig jeden Füllungsdruck im Recipienten auf den geeigneten Beleuchtungsdruck und ist so construirt, daß er selbst bei den stärksten Stößen während der Fahrt vollkommen gleichmäßig und ruhig functionirt. Vom Regulator führt eine Niederdruckleitung an einer Stirnwand des Wagens auf das Wagendach. In diese Leitung ist in handlicher Höhe ein Haupthahn eingeschaltet, mittelst welchem die gesammte Dachleitung abgesperrt werden kann. Die auf das Wagendach geführte Leitung erhält dort für jede zu versorgende Flamme eine Abzweigung, an welcher sich unmittelbar das Lampengelenk mit dem Regulirhahn für die betreffende Lampe anschließt.

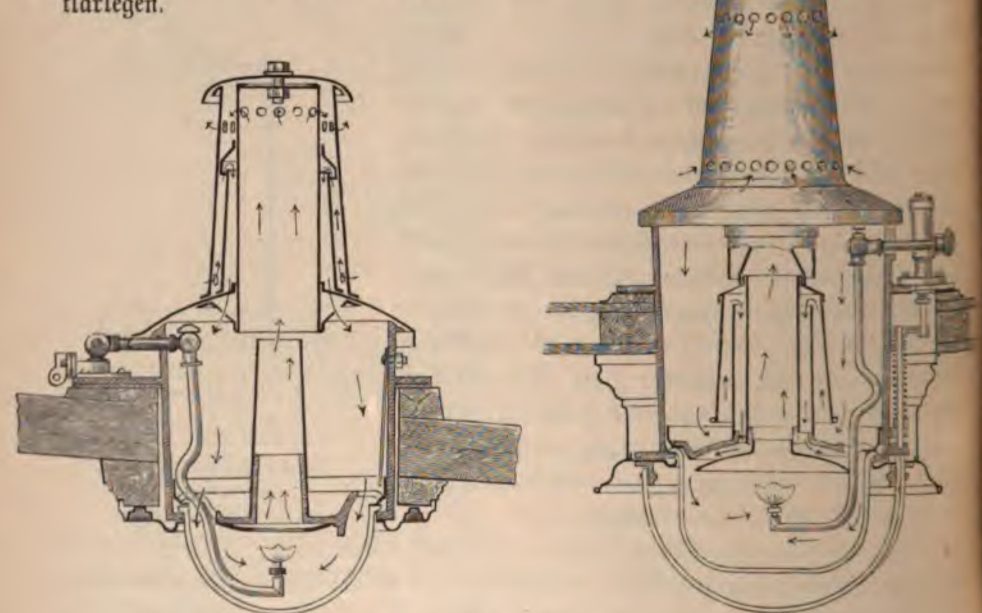


Gasleitung zu den Lampen (Stirnansicht).

Die umstehend abgebildeten Lampen zeigen deren Anordnung so klar, daß eine eingehende Beschreibung überflüssig erscheint. Die erste Abbildung stellt eine Lampe dar, wie sie zur Beleuchtung von Coupés III. Classe, für Corridore, in Closets Verwendung findet. Die Pfeile zeigen den Weg, welchen die frische Luft zur Flamme und die Verbrennungsgase von derselben ins Freie nehmen müssen. Durch diese Anordnung ist es gelungen, selbst bei stärkstem Sturme ein ruhiges Brennen der Flamme zu erreichen. Die zweite Lampe findet nur zur Beleuchtung von Coupés I. und II. Classe Anwendung. Dieselbe wurde in letzterer Zeit wesentlich verbessert und erzielt vornehmlich durch einen von der Firma Kurz, Rietschel & Henneberg construirten Reflector bei gleichem Gasconsum eine 50 bis 60 Procent höhere Leuchtkraft, welche durch starke Vorerwärmung der der Flamme zugeführten frischen Luft erreicht wird. Außerdem erhalten die Lampen Dunkelsteller, welche mit den Blendenschleiern automatisch verbunden sind, so daß beim Herabschlagen derselben die Flamme klein gestellt wird. Bei vor-

erwähnter Lampe ist diese Blende so construirt, daß ein beliebiger Blendetheil geschlossen werden kann ohne die Flamme zu beeinflussen und erst die Dunkelstellung in Wirksamkeit tritt, wenn man beide Blendentheile schließt. Der stündliche Consum einer Coupélampe beträgt durchschnittlich 25 Liter Gas, der einer Corridor- und Closetlampe 12 Liter.

Die bis jetzt angestellten Versuche, elektrische Beleuchtung in den Eisenbahnfahrzeugen anzubringen, wird noch immer durch die Complicirtheit und Kostspieligkeit der Ausführung behindert. Zur Zeit ist diese Beleuchtungsmethode auf Salonwagen und Hofzüge und vereinzelte Linien beschränkt. Wir wollen im Nachstehenden den jetzigen Stand dieser Frage an der Hand einiger Versuche klarlegen.

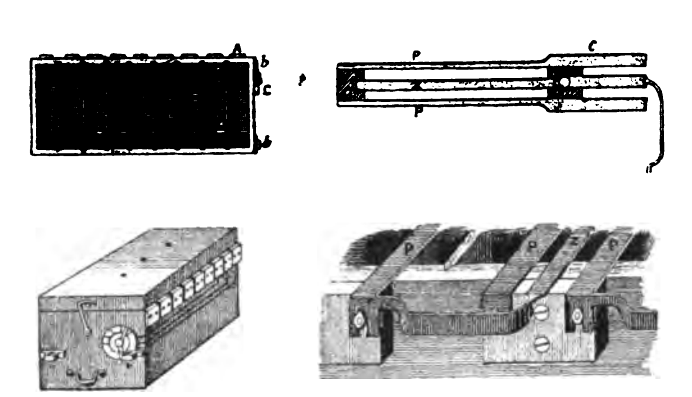


Waggonlampen.

Die elektrische Beleuchtung einer Wagengarnitur kann auf dreierlei Weise bewirkt werden: entweder durch gewöhnliche galvanische Batterien; durch Accumulatoren, welche in bestimmten Stationen geladen bereitgehalten werden; durch Dynamomaschinen, welche auf der Locomotive installirt und durch den Dampf des Kessels bedient werden; schließlich durch kleine, in jedem einzelnen Wagen untergebrachte Accumulatoren, für welche eine eigene Dynamomaschine aufgestellt ist. Diese selbst wird nicht durch die Dampfkraft des Locomotivkessels, sondern durch die Bewegung des Zuges in Betrieb gesetzt.

Von den hier angeführten Methoden besprechen wir zunächst diejenige, bei welcher eine selbstständige Dynamomaschine und ein unterhalb des Tenders installirter

Motor in Anwendung kommt. In Frankreich hat man den Versuch mittelst galvanischer Batterien durchgeführt, und zwar einerseits mit Chromsäurebatterien (System Desruelles), anderseits mit den Batterien nach dem System Meritens. Die ersteren ergaben ein vollständig negatives Resultat; die zweitgenannten Batterien sind erst kürzlich auf der Französischen Ost- und Westbahn erprobt worden. Die Elemente der Meritens'schen Batterie bestehen aus einer Zinkplatte in Verbindung mit zwei platinirten durchlöcherten Bleiplatten; die Durchlöcherung der Bleiplatten hat den Zweck, die Wasserstoffentwickelung in der Flüssigkeit zu erleichtern. Als Erregungsflüssigkeit dient ein Gemenge von 4 Theilen Wasser und 1 Theil Schwefelsäure. Die aus neun Elementen zusammengesetzte Batterie liegt in einem Gehäuse (Fig. 1 und 2) und ist unter dem Wagenkasten angebracht. Jeder Wagen besitzt zwei solche Batterien, die miteinander durch einen Commutator verbunden sind. Dadurch wird es möglich, die Gruppirung der Elemente beliebig zu wechseln, indem je nach Maßgabe der erforderlichen Lichtstärke 14 bis 18 Elemente eingeschaltet werden können.



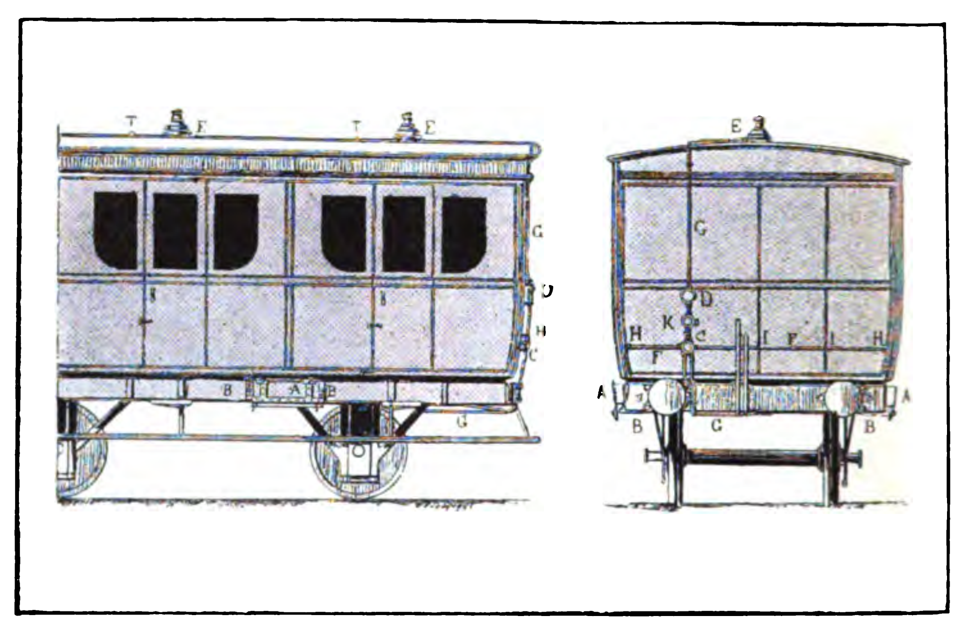
Meritens' elastischer Beleuchtungsapparat. (Fig. 1—4.)

Jedes Coupé erhält zwei Lampen, deren eine weißes Licht, die andere rothes Licht ergiebt; die letztere ist eine Aushilfslampe, welche in dem Falle automatisch in Wirksamkeit tritt, wenn die weiße Lampe durch irgend einen Zufall versagen sollte. Ein Stundenzähler an der Seite des Batteriekastens (Fig. 3) avisirt das mit der Beleuchtung beschäftigte Personal, wenn eine Batterie erschöpft ist, also wieder actionsfähig hergerichtet werden muß. Beide Batterien (jede zu 9 Elementen) wiegen sammt ihren Behältnissen 120 Kilogramm und erzeugen genügend Elektricität, um Licht für drei Lampen (die Aushilfslampe inbegriffen) zu 8 Normalkerzen Lichtstärke durch 48 Stunden zu liefern. Hierbei beträgt die elektrische Spannung 10 Volts, die Stromstärke 1·6 Ampères.

Wir kommen nun zur Beleuchtung mittelst Accumulatoren. Die hiermit in jüngster Zeit in Frankreich angestellten Versuche sind vielversprechend und darf man auf deren weitere Anwendung gespannt sein. Es handelt sich hierbei um solche Accumulatoren, welche in bestimmten Stationen geladen beziehungsweise umgetauscht werden. Hierbei handelt es sich um zwei Systeme: um die Accumulatoren der anonymen Gesellschaft für elektrische Metallarbeiten in Paris, die mit den

französischen Nord- und Ostbahnlinien erprobt wurden, und um das »System Tommasi«, das auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn in versuchsweise Anwendung kam.

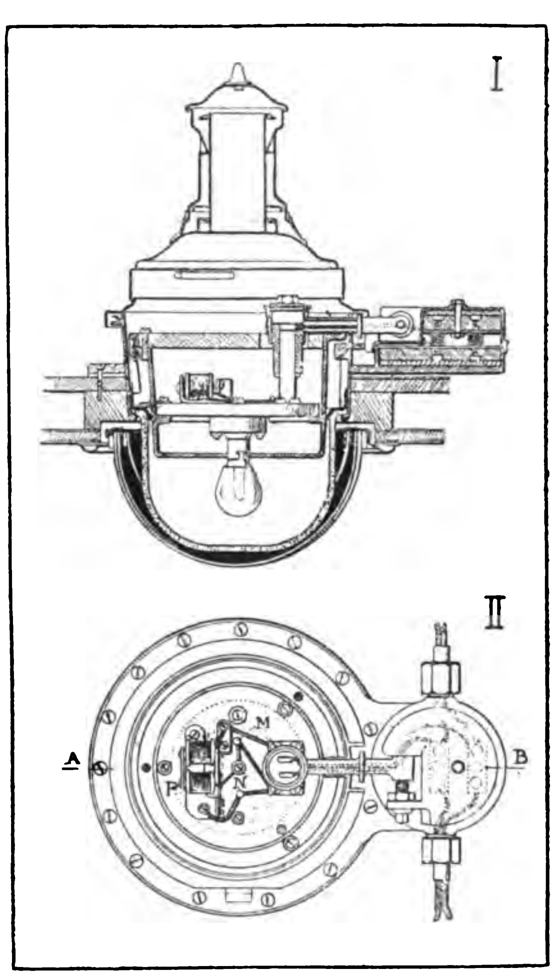
Bei dem erstgenannten System werden für jeden Wagen 16 Accumulatoren verwendet, welche paarweise in einem Kistchen verwahrt sind. Diese acht Büchsen befinden sich in einem seit- und unterhalb eines jeden Wagens angebrachten Kasten. Von den Accumulatoren führt die Drahtleitung auf das Wagendach und zu den Lampen. Dieselben haben nach den Wagenclassen abgestufte Lichtstärken: für die I. Classe 10 Normalkerzen, für die II. 8, für die III. 6. Das Gewicht der Accumulatoren beträgt 240 Kilogramm und functionirt jeder derselben bei 4 Lampen zu je 10 Normalkerzen durch 30 Stunden.



Anordnung des Beleuchtungsapparates mit Accumulatoren.

Auf der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ist seit Kurzem eine Anzahl Wagen I. Classe mit Accumulatoren nach dem System Tommasi ausgerüstet. Zur Beleuchtung eines jeden Wagens wird je eine Accumulatoren-Batterie von 12 nach Intensität eingeschalteten Elementen verwendet, und ist jede solche Batterie in 4 Elementgruppen zu je 3 Elementen abgetheilt und jede Gruppe ist in einem luftdicht verschlossenen Kistchen untergebracht. Der Batteriekasten selbst liegt in einem Gehäuse von Eisenblech, das mit Holz ausgefüttert ist (A in vorstehender Abbildung). Die Gehäuse sind seitlich am Wagengestelle angebracht und mit einem Thürchen versehen, durch welches die Batteriekästchen eingebracht werden. Selbstverständlich sind alle Kästchen gleich dimensionirt, so daß das Wechseln mit keinen Umständlichkeiten verbunden ist.

Zur Verbindung der Drahtleitung mit den Polen der Elementgruppen in den Batteriekästchen dienen inwendig an den beiden Seitenwänden des Gehäuses angebrachte Messingfedern, mit welchen außen angebrachte, aus einer Legirung von Blei und Antimon bestehende Drucker correspondiren (B in der Abbildung); durch diese Anordnung findet die Verbindung der Leitung mit den Elementgruppen sofort statt, sobald die Batteriekästchen in ihre Gehäuse eingebracht werden. Vermittelst dünner eiserner Röhren führen die isolirten Leitungsdrähte einerseits zu den Contactpunkten der Batteriekästchen, anderseits zum Beleuchtungsapparat, und zwar laufen sie längs des Wagenrahmens nach einer der beiden Stirnseiten des Wagens, wo sie mit einem Commutator (C), einem Stundenzähler (K) und einem Rheostat (D) in Verbindung treten. Schließlich führt die Leitung auf das Wagendach, wo sich der Zuleitungsmechanismus (E) zu den Lampen befindet. Der aus einem Uhrwerk bestehende Stundenzähler zeigt ein Zifferblatt mit 35 Theilstrichen, welche den 35 Beleuchtungsstunden entsprechen, für welche der Accumulator Licht liefern soll. Der Rheostat hat den Zweck, in der ersten Zeit der Ausladung den Ueberschuß an Spannung der Batterien auf das für die Beleuchtung nothwendige Maß zurückzuführen. Der Rheostat bleibt in der Stromleitung so lange eingeschaltet, bis der Stundenzähler 17 markirt, doch kann er auch etwas früher beziehungsweise etwas später ausgeschaltet werden.

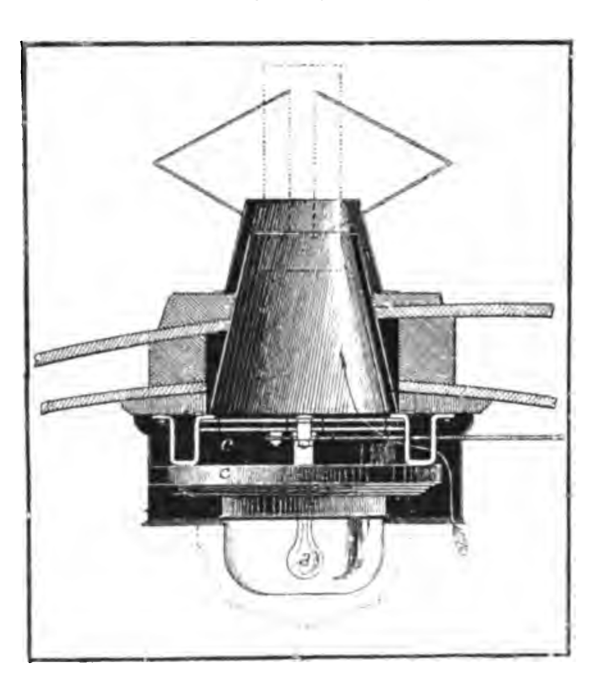


Elektrische Lampe für Waggonbeleuchtung.

Jedes Coupé wird durch eine Lampe mit 2 Glühlichter (M und N in vorstehender Abbildung) beleuchtet, deren jedes eine Lichtstärke von 10 Normalkerzen hat. Indes leuchtet in der Regel nur das eine Glühlicht; sollte der Kohlenfaden

desselben zufällig untauglich werden, so tritt das zweite Glühlicht automatisch in Function. Außerdem ist eine Vorrichtung angebracht, durch welche, im Falle der elektrische Beleuchtungsapparat versagen sollte, eine gewöhnliche Oellampe angebracht werden kann.

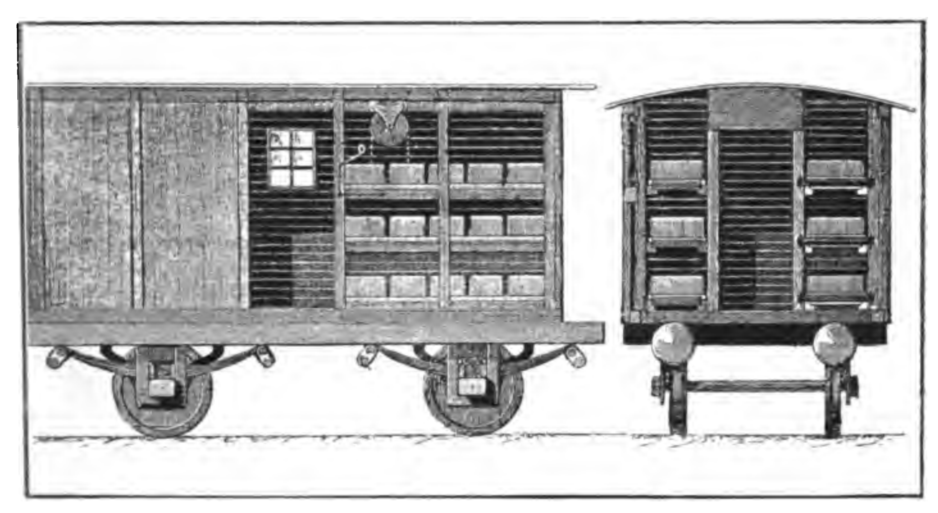
Eine sehr interessante Beleuchtungsmethode hat die Jura-Simplonbahn in Versuch genommen, und zwar mit sehr gutem Erfolge. Die hierbei in Anwendung kommenden Accumulatoren sind die nach dem System Huber. Jedes Element besteht aus 5 Platten und sind je drei Elemente in den entsprechenden Fächern eines Kistchens untergebracht. Die Platten, welche aus einer schwer oxidirenden Legirung von Blei und Antimon bestehen, sind gitterartig durchbrochen. Die Gitterzellen sind an der positiven Elektrode mit Minium, an der negativen Elektrode mit Bleiglätte ausgefüllt. Jede Accumulatorenbatterie setzt sich aus 3 Kästchen mit je 3 Elementen, sonach aus 9 Elementen zusammen, die in der gewöhnlichen Reihenschaltung verbunden sind. Die Leistungsfähigkeit einer Batterie stellt sich auf 20 Ampère-Stunden und giebt bei einer Spannung von 18 Volts $120 \times 18 = 2160$ Watt-Stunden. Die Maximalstromstärke der Ladung beträgt 15 Ampères, die gewöhnliche Stromstärke 9·3 Ampères. Die zur Beleuchtung verwendeten Lampen consumiren für je eine Normalkerze 3 Volts, somit kann die Batterie $\frac{9\cdot3 \times 18}{3} = 56$ (abgerundet) Normalkerzen liefern.



Die elektrische Lampe der Jura-Simplon-Bahn.

Die nothwendige Intensität für eine Normalkerze bei einer Differenz an innerer Kraft von 18 Volts beträgt $\frac{3}{18} = 0\cdot17$ Ampères, somit kann jede Batterie $\frac{120}{0\cdot17} = 705$ Normalkerzenstunden liefern und stellt sich demgemäß die Beleuchtungsdauer zu $705 : 56 = 12\cdot6$ Stunden. In Wirklichkeit bewegt sich die Lichtintensität aller Lampen eines Wagens zwischen 30 und 35 Normalkerzen; die ganze Beleuchtungsdauer für eine Ladung variirt daher zwischen $\frac{705}{30} = 23\cdot5$ und $\frac{705}{35}$

= 20 Stunden. Jede Batterie hat ein Gewicht von 110 Kilogramm und wird in einem auf der Unterseite des Fußbodens jedes Wagens sich befindlichen Kasten untergebracht. An jeder Seitenwand des Kastens sind zwei mit Contactstücken versehene Schlitze. Sobald die Accumulatorenbatterie in den Kasten eingebracht wird, schließt der Stromkreis. Das Anzünden und Auslöschen der Lampen wird mittelst eines an der Stirnseite des Wagens angebrachten Commutators bewerkstelligt. Der Commutator kann nur mittelst eines eigenen Schlüssels, der sich in Verwahrung des Zugführers befindet, verstellt werden, wodurch unbefugter Eingriff ausgeschlossen ist. Ueberdies befindet sich in jedem Wagen eine besondere Unterbrechungsvorrichtung, welche es gestattet, die Beleuchtung eines Coupés, falls es unbesetzt



Installationswagen der Jura-Simplon-Bahn.

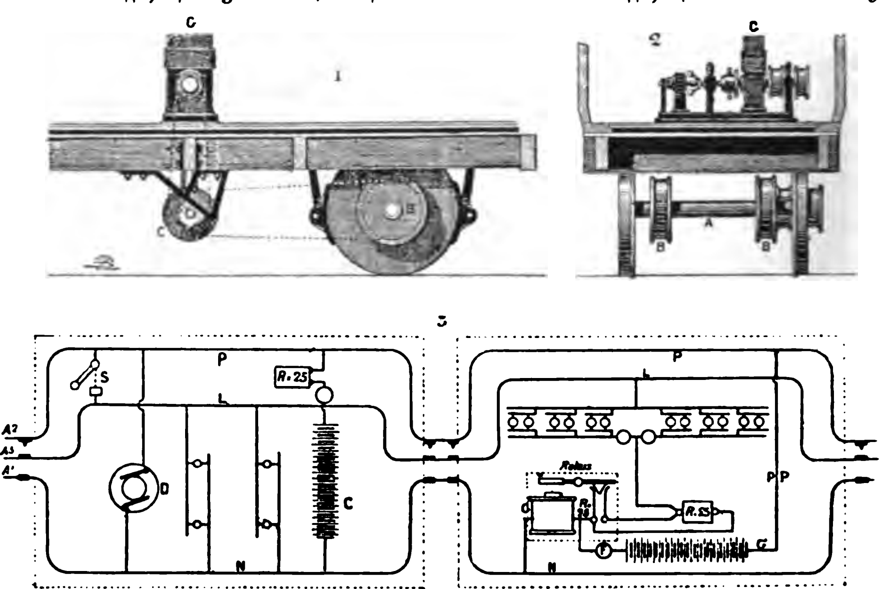
sein sollte, außer Function zu setzen. Die Construction der Lampe ist aus der beigegebenen Abbildung zu ersehen.

Mit ihr ist zugleich eine sehr wirksame Ventilationsvorrichtung verbunden, deren Anordnung deshalb als zwingend sich erwies, als die hohe Temperatur, welche im Innern des Beleuchtungsapparates herrscht, deren Bestandtheilen schädlich werden könnte.

Die Zahl der Beleuchtungsstunden, welche jede Batterie liefert, ist am Batteriekasten angeschrieben. Dieselbe wird der Sicherheit wegen immer mit fünf Sechstel der wirklichen Leistungsfähigkeit angenommen. Diese letztere kann am Stundenzähler, welcher gleichfalls an der Außenseite des Kastens angebracht ist, abgelesen werden. Zur Unterbrechung des Stromes dient eine Einhängevorrichtung, die mittelst eines Elektromagnetes regulirt wird; ein Balancier wird arretirt, sobald sich der Elektromagnet aushängt, was immer geschieht, wenn der Stromkreis unterbrochen wird. Am Zifferblatte dieses Apparates kann sonach der be-

treffende Bedienstete aus der Zeigerstellung sofort ersehen, ob die Batterie erschöpft ist, somit die Auswechslung stattfinden muß. Die Auswechslung, welche an den Hauptstationen stattfindet, vollzieht sich rasch, da zwei Mann zum Transporte einer Batterie genügen.

Zur Vertheilung der Batterien dienen eigens zu diesem Zwecke construirte Wagen, in welchen erstere in Etagen und Fächer untergebracht sind. In einem solchen Wagen finden 60 Batterien Platz. Zum Zwecke des Aus- und Einhebens der Batteriekästen dient ein am Wagendache hängender Flaschenzug. Jeder Batteriekasten hat an der Vorderseite eine bewegliche Metallplatte, welche auf der einen Seite die Aufschrift »geladen«, auf der anderen die Aufschrift »entladen« trägt.

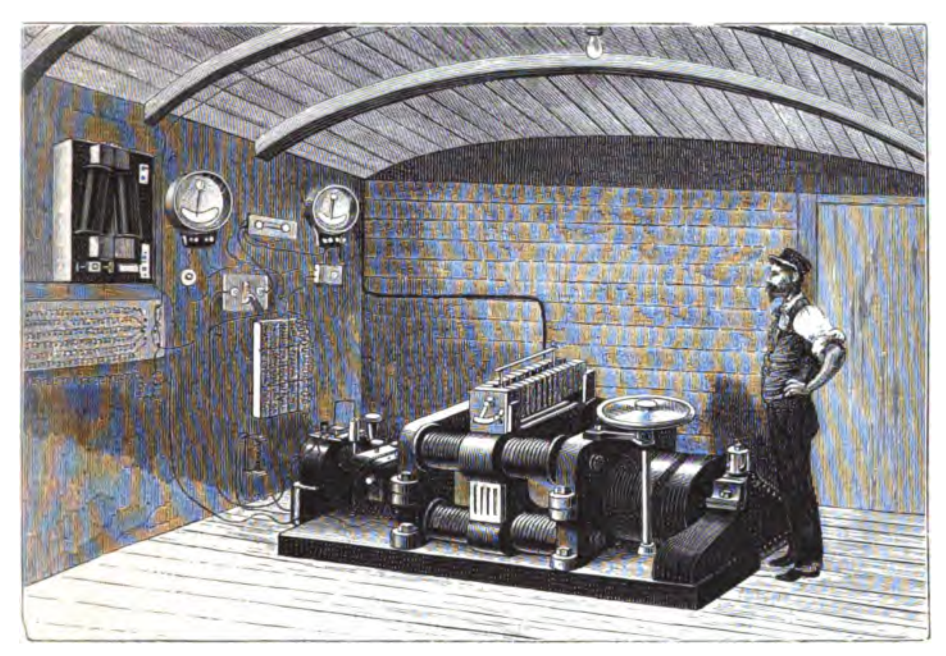


Schnitte der Dynamo-Installation (1, 2). — Plan des Dynamowaggons und des nächstfolgenden Waggons (3).

Die Platte ist dementsprechend drehbar. Jedes Fach des Batteriewagens ist mit einem metallenen Contactstücke (ähnlich jenem der Batteriekästen) versehen, welches derart angeordnet ist, daß es mit den Contactstücken an den Batteriekästen correspondirt. Sind nun die in ein Fach gehörigen fünf Batterien eingeladen, so entsteht sofort ein Stromkreis durch alle fünf Batterien. Die Pole jeder Batteriegruppe treffen wieder auf eine metallische Platte, die oberhalb jedes Faches angebracht ist, und welche es ermöglichen, alle fünf Batterien im Wagen zu laden, ohne sie ausheben zu müssen. Um alle 60 Batterien eines Vertheilungswagens zu laden, bedarf es eines Zeitaufwandes von acht Stunden, worauf die Rücksendung der Batterien in ihre Wechselstationen unverzüglich erfolgen kann.

Wir haben nun noch einige Bemerkungen über die combinirte Beleuchtung mittelst Dynamomaschinen und Accumulatoren vorzubeugen. Dieses System

findet seine Anwendung vornehmlich auf englischen Bahnen und ist gegenwärtig bei den Wagen der »Internationalen Schlafwagengesellschaft«, und zwar bei den »Süd-Expreßzügen« in Anwendung. Die Dynamomaschine ist in einem von den gewöhnlichen Gepäckwagen kaum sich unterscheidenden Wagen installirt, und erhält erstere ihre Bewegung durch die Radachsen mit Hilfe einer doppelten Rollentransmission, und zwar dient eine nur zur Reserve, für den Fall daß der Riemen der anderen reißen sollte. Die Figuren 1 und 2 in der beigegebenen Abbildung veranschaulichen die Anordnung dieser Transmissionen. Die Rollen B sind mit den Achsen durch Bolzen fest verbunden und überdies vernietet. Sie übertragen mittelst



Installation der Dynamomaschine für die Süd-Expreßzüge.

der Transmissionsriemen die Bewegung auf die Welle der Dynamomaschine. Damit aber der Transmissionsapparat nicht durch Staub und Schmutz leide, ist er in ein Gehäuse von Eisenblech eingehüllt. Außerdem befindet sich in jedem Wagen des Zuges eine Accumulatorenbatterie zu 18 Elementen in besonderen Kästen unterhalb der Wagen-Fußböden.

Die Welle der Dynamomaschine C trägt zu ihrer Linken eine zweite, etwas kleinere Dynamomaschine, der eine besondere Rolle zugedacht ist. Dem Motor — d. i. hier die Wagenachse — kommt der Natur der Sache nach eine ungleichmäßige Bewegung zu, da ihre Umdrehungen bald schneller, bald langsam vorsichgehen. Trotz dieser unregelmäßigen Bewegung soll die Dynamomaschine folgenden Anforderungen entsprechen: sie soll automatisch in den Stromkreis eingeführt werden

können, sobald der Zug jene Geschwindigkeit erreicht hat, welche es ermöglicht, daß die elektromotorische Kraft der Dynamomaschine jene der Accumulatoren (welche in den Stromkreis eingeschaltet sind) übersteigt, weil letztere im entgegengesetzten Sinne wirkt. Ist dieses Resultat einmal erreicht, so soll die elektromotorische Kraft der Dynamomaschine constant erhalten werden können, mag die Geschwindigkeit des Zuges nun ab- oder zunehmen. Zu diesem Zwecke ist die vorstehend erwähnte kleinere Dynamomaschine eingeschaltet.

Der Inductor der größeren Maschine (C) bringt zwei Stromkreise hervor: einen Nebenstrom mit großem Widerstand, der mit den Accumulatoren verbunden ist, und einen zweiten Strom mit kleinerem Widerstand, in welchen die kleine Maschine eingeschaltet ist. Hat die Zugsgeschwindigkeit ihr Maximum erreicht, so genügt der Nebenstrom, um die Maschine zu erregen; dann liefert die Aushilfsmaschine denjenigen Strom, welcher die im entgegengesetzten Sinne elektromotorische Kraft der Accumulatoren aufheben, paralysiren soll. Sinkt die Zugsgeschwindigkeit unter die normale, dann geschieht die Erregung der Dynamomaschine durch einen Strom, dessen Stärke durch die Differenz der elektromotorischen Kraft der Accumulatoren und der Aushilfsmaschine ausgedrückt wird. Ein Centrifugalregulator an der Welle der Dynamomaschine führt automatisch den Strom in die Accumulatorenbatterien.

Jeder Wagen wird durch 16 Glühlichtlampen zu 8 Normalkerzen beleuchtet; sie functioniren mit einer Spannung von 65 Volts und consumiren 0·7 Ampères. Die Figur 3 auf Seite 430 zeigt die Einrichtung des Dynamowagens und des nächstfolgenden Wagens. Die zwei Hauptleitungen P und W, welche von den Polen der Dynamomaschine abzweigen, laufen längs des ganzen Zuges; eine dritte Leitung (L) führt zu den Lampen und ist mit der Hauptleitung P durch den Commutator S in Verbindung zu setzen Die Accumulatorenbatterie (G) des Dynamowagens ist in Verbindung mit den beiden Hauptleitungen; in den Stromkreis dieser Batterie ist ein Rheostat von 25 Ohms und ein aus leicht schmelzbarem Blei erzeugter Stopfer (F) eingeschaltet. Die Lampen stehen in leitender Verbindung und sind zwischen den Leitungen N und L eingeschaltet. Der Strom, welcher in die folgenden Wagen übergeht (er wird durch die Leitung N dahingeführt), passirt die Multiplicatorspule eines automatisch functionirenden Relais von 25 Ohms Widerstand, und läuft von hier, nachdem er den leicht schmelzbaren Bleistopfer F passirt hat, zu den Wagenaccumulatoren und den Lampen. Hat der Strom sämmtliche Wagen durchlaufen, so kehrt er durch die Leitung L in den Commutator S zur Hauptleitung und damit auch zur Elektricitätsquelle zurück.

Diese ebenso genial erdachte als praktisch durchgeführte Beleuchtungsmethode functionirte bisher in zufriedenstellender Weise. Die ihr anhaftenden Mängel lassen sich in folgenden zwei Punkten zusammenfassen: complicirte Manipulationen beim An- und Abkuppeln der Wagen; höhere Kosten, als bei anderen elektrischen Beleuchtungssystemen. Dagegen ist einleuchtend, daß diese Betriebseinrichtung weniger umständlich ist, als die mit isolirten Wagenaccumulatoren, und daß diesfalls die

große Zahl von Wechselbatterien die höheren Anlagekosten der Dynamoeinrichtung theilweise compensirt.

Als Auskunftsmittel in Fällen, wo mit der elektrischen Beleuchtung haushälterisch umgegangen werden soll, kann eine Erfindung von Tourtel gelten. Es ist dies eine elektrische Lampe, die in jedem Wagen beliebig aufgehängt werden kann und welche automatisch functionirt. Das Princip ist dasselbe, wie bei den zahlreichen anderen im Gebrauche stehenden Automaten. Man wirft eine Münze durch die Oeffnung des Beleuchtungsapparates und erhält hierfür die Beleuchtung für einen bestimmten Zeitabschnitt, z. B. eine halbe Stunde. Der Fahrgast kann sich die Beleuchtungsdauer durch Einwerfen der gleichen Münze beliebig verlängern.



Tourtel's elektrische Waggonlampe mit automatischer Vorrichtung.

Die Versuche, welche auf der Metropolitan-Districteisenbahn in London mit einer Anzahl solcher Lampen gemacht wurden, haben so überraschend günstige Resultate ergeben, daß die Verwaltung dieser Bahn Anlaß nahm, eine große Zahl solcher Lampen in Betrieb zu setzen. Sie sollen keineswegs die Gaslampen in den Wagen ersetzen, sondern haben lediglich den Zweck, den Fahrgästen ein helles und angenehmes Licht für den Fall zu liefern, daß diese desselben aus irgend einem Grunde bedürfen. Der ganze Mechanismus ist sehr einfach und hat in einer Büchse von 12 Centimeter Länge, 5 Centimeter Breite und 7·5 Centimeter Höhe Platz. Das Licht wird in der Weise hervorgerufen, daß man an einen vorspringenden Knopf der Büchse drückt, nachdem man zuvor das Geldstück

in die hierfür bestimmte Oeffnung eingeführt hat. Die Lichtstärke beträgt 13 Normalkerzen und wird durch einen Reflector verstärkt, dessen Neigungswinkel der Fahrgast beliebig verstellen kann, um das Lichtbündel nach der gewünschten Richtung dirigiren zu können.

Wie aus der beigefügten Abbildung zu ersehen ist, befindet sich die Lampe an jener Stelle der Coupéwand, wo das Licht der Gaslampe am ungünstigsten wirkt. Gespeist werden die Lampen durch einen unter den Sitzplätzen angebrachten Accumulator. Jeder Wagen hat sonach seine selbstständige Lichtquelle, was für die Zusammenstellung der Züge von großem Vortheil ist. Die Accumulatoren bestehen aus je 6 Elementen mit einer Stromstärke von 72 Ampère-Stunden. Sie sind in Holzschachteln eingesetzt und können beliebig gewechselt werden. Die Leistung einer Lampe beträgt ungefähr $^3/_4$ Ampères mit einer Spannung von 12 Volts. Diese schwache Spannung wurde absichtlich gewählt, um jede Gefahr zu vermeiden.

Für den Fall, daß die Ladung der Accumulatoren vollständig ausgenützt, daher eine Leuchtkraft nicht mehr zu erwarten ist, besitzt der Apparat eine besondere Construction, welche eingeworfene Geldstücke durch eine Oeffnung an der Unterseite der Büchse sofort wieder auswirft. Der Fahrgast erleidet somit keinen Schaden und wird zugleich verständigt, daß die Lichtquelle erschöpft ist.

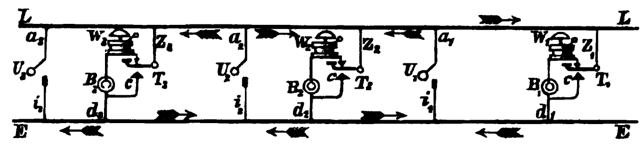
Das Intercommunicationssignal.

Wir kommen nun auf eine andere Einrichtung, welche die zu einem Zuge vereinigten Wagen betrifft, zu sprechen: den Intercommunicationssignalen, für gewöhnlich auch »Nothsignale« genannt. Sie haben die Aufgabe, einen Nachrichtenaustausch zwischen dem Zugbegleitungs- und Maschinenpersonal, oder auch zwischen den Reisenden und den vorgenannten Functionären zu ermöglichen, mit dem Endzweck, das Anhalten des Zuges zu veranlassen. Ursprünglich behalf man sich behufs Erfüllung dieser Bedingungen durch Aufstellung einer sogenannten »Tenderwache«, deren Aufgabe in der ausschließlichen Beaufsichtigung des Zuges und fallweisen Benachrichtung des Maschinenpersonales bestand. Später, als man genöthigt war, längere Züge zu befördern und die ohnehin zweifelhafte Leistungsfähigkeit der Tenderwache noch fraglicher wurde, versuchte man es mit anderen Einrichtungen.

Das einfachste Signal dieser Art ist die Zugsleine. Sie läuft längs des ganzen Zuges und steht an einem Ende mit der Locomotivpfeife so in Verbindung, daß diese letztere ertönt, wenn die Leine an irgend einem beliebigen Punkte kräftig angezogen wird. Diese Einrichtung entspricht dem Zwecke, dem sie dient, in nur unvollkommener Weise. Insbesondere dann, wenn die Leine nicht innerhalb, sondern außerhalb des Wagens angebracht ist, erscheint sie nicht in wünschenswerther Weise zugänglich. Ueberdies erfordert das wirksame Anziehen der Leine eine nicht unbedeutende Kraftanstrengung, um den Widerstand, den bei sehr langen Leinen

Gewicht und Reibung verursachen, zu überwinden. Einen Ersatz für diese unvollkommene Einrichtung glaubte seinerzeit Obermaschinenmeister Hennig durch folgende Anordnung zu bieten. Sie bestand aus je einer an der Längsseite des Wagens geführten Eisenstange; die Verbindung mit dem nächsten Wagen geschah mittelst leicht eingehängter Ketten. Die Verschiebung der Eisenstangen nach rückwärts und das dadurch bewirkte Anziehen der Locomotivleine geschah durch Auslösung eines im Innern des Coupés angebrachten Hebels. Ein aufgehängtes Gewicht fiel herab, zog die Stange durch Hebelwirkung zurück und spannte die Verbindungsketten. Zugleich fielen alle Gewichte in den Wagen zwischen demjenigen, in welchem gezogen wurde und der Locomotive, wodurch deren Stangen rasch und wirksam angezogen wurden.

Man gelangte bald zur Erkenntniß, daß diesen und ähnlichen Vorrichtungen nur ein problematischer Werth zukomme. Mit der Ausgestaltung der elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen wuchs die Hoffnung, die bisherigen primitiven Hilfssignale auf den Zügen durch zweckmäßigere ersetzen zu können. Es währte in der That nicht lange, daß allerlei Vorschläge und Versuche diesem Gegenstande sich zuwendeten und schließlich zur Anwendung elektrischer Hilfssignale führten. Den Anfang machten England und Frankreich, dann folgten andere Länder, so daß zur Zeit mehrere Systeme im Allgemeinen oder theilweise in Anwendung stehen.



Preece & Walker's Intercommunicationssignal.

In England ist es vorzugsweise die Anordnung von Preece und Walker, welche sich zunächst einbürgerte. Das Stromlaufschema des Preece'schen älteren Systems zeigt die vorstehende Figur. Die zwei Telegraphenleitungen L und E laufen als isolirte Kabel den ganzen Zug entlang. In jedem Zugbegleitercoupé befindet sich ein Wecker (Selbstunterbrecher) W, eine Batterie B und ein Taster T; in jedem Passagiercoupé ist ein Taster U vorhanden. Die von der Leine ausgehenden Anschlüsse sind sämmtlich zu den positiven, die Anschlüsse der Rückleitung E zu den negativen Polen der Batterie geführt.

So lange allerwärts die Ruhelage vorhanden ist, kann keiner der Wecker läuten, da die vermöge der Stromtheilung in ungleichen Richtungen die Weckerspulen passirenden Ströme wirkungslos sind und die Weckeranker sonach abgerissen bleiben. Wird jedoch mittelst eines Tasters U ein kurzer Schluß zwischen den Linien L und E hergestellt, so kann jede der nächstliegenden Batterien wirksam werden und ihren Wecker in Thätigkeit bringen. Dasselbe geschieht, wenn einer der Zugbegleiter durch Umstellung eines Tasterhebels seine Batterie und seinen Wecker aus der Linie bringt. Es können sonach die Zugbegleiter unter sich Zeichen geben

und auch aus den Passagiercoupés das Nothsignal empfangen. Die gewöhnlich benützte Tastervorrichtung der Passagiere ist ein Kurbelumschalter. Die Kurbel befindet sich in einem mit einer Glastafel abgedeckten Holzgehäuse an der Seitenwand oder an der Decke des Wagens. Will ein Fahrgast das Nothsignal geben, so schlägt er die Glastafel ein und dreht die Kurbel zur Seite. Zurückgestellt kann die Kurbel nur durch den Zugführer mittelst eines eigenen Schlüssels werden.

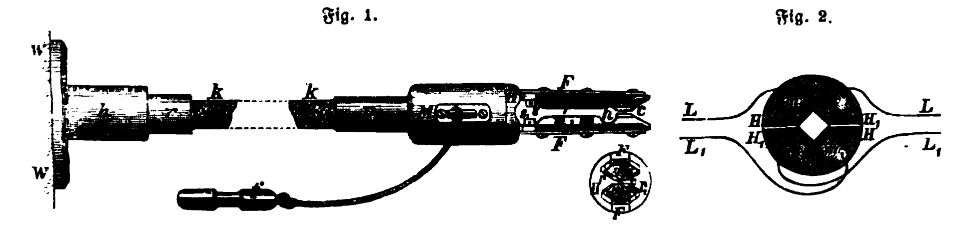
Die Verbindung der Leitung von Wagen zu Wagen bestand anfänglich darin, daß das Ende des einen Leitungsdrahtes beim Austritte aus der Wagenwand durch Hanfumspannung die Gestalt eines soliden Kabels erhielt, das mit einer blanken Oese aus starkem Kupferdraht endigte, während der zweite Leitungsdraht zu einem Haken geführt wurde, der an der Stirnwand durch ein Hartgummistück isolirt war. Es kommt also im Zuge zwischen zwei Wagen immer ein Kabel gegenüber einem Haken zu stehen und werden beim Ankuppeln der Wagen auch die Leitungsverbindungen für das Intercommunicationssignal bewerkstelligt, indem die zwei Kabelenden in die gegenüberstehenden Contacthaken eingehängt werden.

Die neuere Anordnung nach Preece besteht in einem zweidrähtigen Kabel, das durch alle Wagen des Zuges ungefähr in der Mitte der inneren Wagendecke nach Art der amerikanischen Zugleine seilförmig über Rollen geführt wird. Die Verbindung von Wagen zu Wagen erfolgt durch eine Federkluppe. (Vergleiche die Figuren auf S. 437.) Letztere ist derart angeordnet, daß die Kabelenden an Federn geführt sind, welche im Contact stehen, so lange die Kluppe nicht mit einer zweiten zusammengeschoben wird. Geschieht aber das letztere, so werden die Contacte aufgehoben und contactirt nun jede Feder der einen Kluppe mit je einer der zweiten Kluppe. Im ersten und letzten Wagen befindet sich ein Wecker (Selbstunterbrecher) und eine Batterie. Die zwei Batterien sind einander entgegengeschaltet. So lange der Zug in Ordnung ist, können sonach die Wecker nicht in Thätigkeit kommen; würde aber der Zug zerrissen, oder ein Fahrgast das an der Decke des Wagens laufende Kabel anziehen, so ginge die nächste Verbindungskluppe auseinander. Der elektrische Schließungskreis wird dadurch in zwei getheilt, in welchem die Batterien wirksam werden und den Wecker in Thätigkeit setzen.

Elektrische Intercommunicationssignale mit solchen Contactkluppen, aber mit Tastern an Stelle des anzuziehenden Kabels und mit einer auf Arbeitsstrom geschalteten Batterie, sind vom österreichischen Oberingenieur Bechtold construirt worden. Das zweidrähtige Kabel K (Figur 1 auf S. 437) tritt, behufs Uebertritt von Wagen zu Wagen, durch die Stirnwand W des einen Wagens und wird am austretenden Theile durch ein Hartgummirohr (r) und eine darüber gesteckte, an der Wagenwand befestigte gußeiserne Hülse (h) gehalten, das Kabelende von der Metallhülse M, in welche des cylindrische Hartgummistück eingesetzt ist, umfaßt. An diesem letzteren sind die zwei Stahlfedern F befestigt, welche jede ein prismatisches Messingstück (m beziehungsweise m_1 im Durchschnitt) trägt, und welches seitlich mit einer Hartgummiplatte p (p_1), oben bei c aber mit einem Platin-

contact versehen ist. An diese Messingstücke schließen sich durch Vermittelung der Schrauben s und s_1 die beiden Kabeldrähte an, der eine an m, der andere an m_1. Da die beiden Federn F gegeneinander drücken, so berühren sich die beiden Messingstücke bei c, d. h. die beiden Kabeldrähte sind an dieser Stelle in metallischer Verbindung. Der Kabelabschluß des Nachbarwagens ist natürlich in der gleichen Weise angeordnet. Werden die beiden Kluppen kreuzweise übereinander geschoben, so wird in beiden der Contact c gelöst, weil sich die Federn durch die Pressung der Prismen m von einander ein wenig abheben, dagegen je zwei m der beiden Kluppen gegenseitig in Contact treten.

In der zweiten Figur ist diese Einrichtung schematisch dargestellt. Nach erfolgter Kuppelung sind die beiden Leitungsdrähte L L und $L_1 L_1$ fortlaufend in leitende Verbindung gebracht, gegenseitig jedoch isolirt. Die aus sechs Leclanché-Elementen bestehende Batterie befindet sich im Coupé des Zugführers und schließt mit einem Pole an den Wecker, mit dem anderen an eine Kabelader an; die



Kabel des Bechtold'schen Intercommunicationssignals.

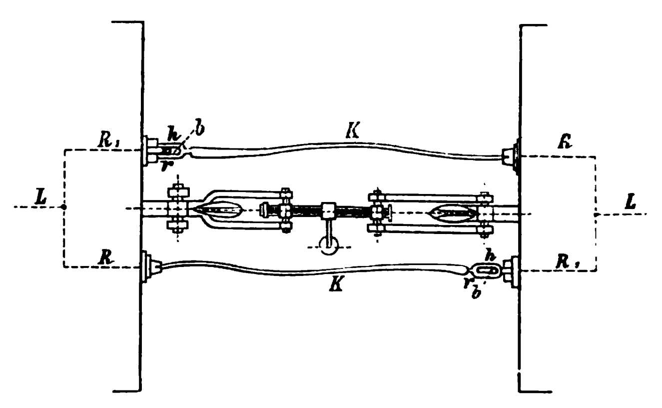
zweite Kabelader steht mit dem zweiten Anschluß des Weckers in Verbindung. Kommen an irgend einer Stelle die beiden Kabeladern in metallischen Contact, so ist der Stromkreis geschlossen und der Wecker läutet. Demgemäß darf am letzten Wagen das nicht gekuppelte Kabelende keinen Contact c geben, zu welchem Ende ein an M mit einer Schnur befestigter Hartgummistift f zwischen die beiden Messingstücke m in die Oeffnung h eingeführt wird, wodurch die Federn F auseinandergedrückt und die Verbindung bei c aufgehoben wird. In jedem Coupé befinden sich Drucktaster, mittelst welchen ein andauernder Linienschluß hergestellt wird, der dann mittelst eines besonderen Schlüssels wieder aufgehoben werden kann. Die Zugbegleiter haben in ihren Bremshütten ebenfalls Taster und ist es ihnen dadurch ermöglicht, dem Zugführer Weckersignale zu geben. . . . Das Walker'sche System unterscheidet sich von dem vorbesprochenen nur in einigen abweichenden Constructionsdetails, weshalb wir dasselbe übergehen. (Vgl. Kohlfürst, »Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen rc.«)

Eine ziemlich allgemeine Verbreitung hat das Intercommunicationssignal von Prudhomme gefunden. Seine Anordnung ergiebt sich aus der umstehenden schematischen Darstellung. Eigenartig sind die Leitungsverbindungen. Es wird nämlich nur eine Leitung benöthigt und dient die Erde durch Verbindung des

einen Tastercontactes mit dem eisernen Gestelle des Wagens und directe Führung des Stromes von diesem über die Wagenräder und Schienen als Rückleitung. Obgleich nur eine Leitung direct gespannt ist, werden zur Verbindung der einzelnen Wagen stets zwei Kuppeln (KK) verwendet. Der Zweck dieser doppelten Kuppelung ist nicht nur der, eine erhöhte Sicherheit der Verbindung zu erzielen, sondern bezweckt auch eine bequemere Manipulation. Bei einfacher Verbindung müßten nämlich, um die einander zugehörigen Verbindungsglieder zweier Wagen einander gegenüberzustellen, die einzelnen Wagen fallweise umgedreht werden, dem durch die doppelte Kuppelung vorgebeugt ist.

Prudhomme's Intercommunicationssignal.

Die weitere Einrichtung gestaltet sich wie folgt: Vom Hauptdrahte (zu den Kuppeln) zweigen die Drähte zu den

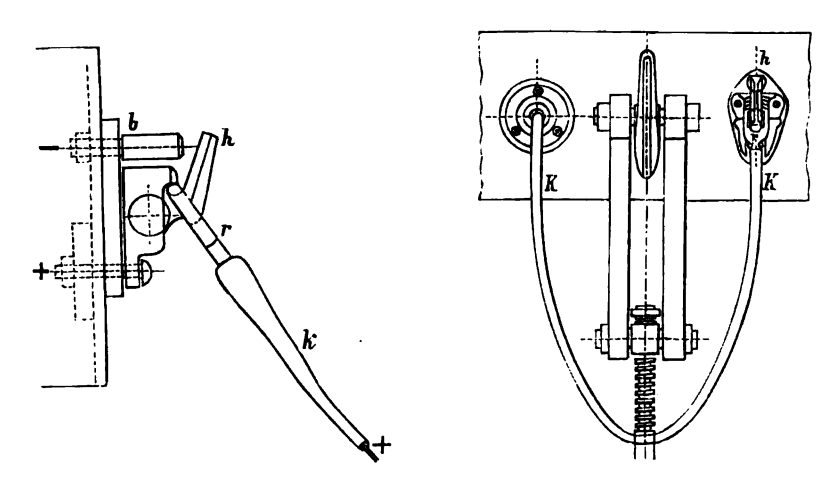


Kuppelvorrichtung beim Prudhomme'schen Intercommunicationssignal.

Tastern (c bis c_6) und zu den Signalapparaten K l und K l_1 mit den Batterien B B_1 ab. Diese Vorrichtungen befinden sich im ersten und letzten Wagen des Zuges und sind die Batterien im Gegenschluß geschaltet. Die Signalhebung erfolgt durch Druck auf irgend einen der Taster; es wird dadurch die Verbindung mit der Erde hergestellt und entstehen zwei Stromkreise, welche die Signalapparate bethätigen. Nehmen wir beispielsweise an, es werde durch Druck auf den Taster c_1 der Contact hergestellt, so wird der Strom der Batterie B über Kl E_2 durch die Wagengestelle und Schienen nach E_6, über c_1 nach 5, über L'' nach 4 verlaufen; hier theilt sich der Strom in zwei Zweigströme über KK, vereinigt sich wieder in 3 und geht über L' (Abzweigung 1 zur Batterie zurück. In gleicher Weise findet der Strom der Batterie B_1 über E_{11}, c_1, 5, L'', 8, KK, 9, L''', 13 seinen Weg. Beide Klingelwerke werden ertönen.

Schon Anfang der Achtzigerjahre ging der Engländer Floyd von der Anschauung aus, daß für den Fall, als das Hilfssignal neben der Benützung durch die Fahrgäste auch das Lostrennen von Wagen anzeigen soll, die Zeichen für diese verschiedenen Anlässe verschieden sein müßten. Diese Anschauung hat allerdings ihre Berechtigung, wenn die Bestimmung vorausgesetzt wird, daß der Locomotivführer sofort den Zug anzuhalten hat, sobald ein Hilfssignal erfolgt. Durch voreiliges Anhalten kann aber, insbesondere auf Gefällsstrecken, dem Zuge Gefahr erwachsen; seit Einführung der continuirlichen Bremsen ist indes dieser Eventualität wirksam vorgebeugt, und somit entfällt die Floyd'sche Erwägung.

Beim Prudhomme'schen System stellt sich der Sachverhalt im Falle einer Zugstrennung wie folgt. Mit dem Riß der Wagenkuppelung erfolgt gleichzeitig



Kuppelvorrichtung beim Prudhomme'schen Intercommunicationssignal.

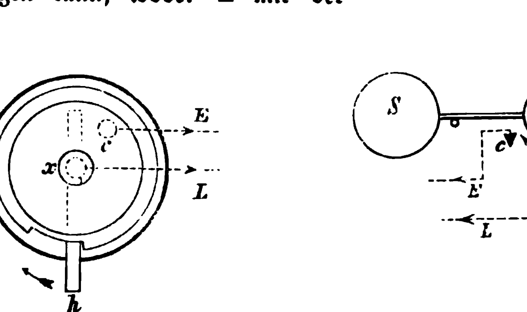
die der elektrischen Kuppelung KK; der Hebel h jedes der beiden getrennten Wagen legt sich an den mit der Erde verbundenen Contact b leitend an, wodurch wieder zwei Stromkreise, und zwar selbstthätig, geschlossen werden.

Nehmen wir an, die beiden Wagen I und II (in Abbildung Seite 438) hätten sich getrennt. Es wird nun der Strom B über Kl, E_2, E_1, b, h, 3, L^1, 1 und der Strom von B_1 über Kl_1, E_{14}, E_3, b, h, 4, L'', 8, KK, 9, L'''' 13 zur Batterie zurückkehren.

Schauen wir uns nun die Einzelheiten der Kuppelvorrichtung an. Mit der rechtsseitigen Abzweigung der Leitung jedes Wagens ist ein bewegliches, durch eine zweckentsprechende Umhüllung gegen äußere Einflüsse wirksam geschütztes Kabel (K in vorstehender Figur) fest verbunden. Dasselbe trägt am Ende einen mit der Kabelseele (dem Leiter) leitend verbundene Metallöse (r). Der um eine Achse drehbare und mit der linksseitigen Abzweigung der Leitung verbundene Contacthebel (h) wird durch eine kräftige Feder an den Contactbolzen

(b) anzudrücken gesucht. Sobald nun die Oese des gegenüberstehenden Wagens in diesen Contacthebel eingesteckt wird, hebt sich h von b ab und die beiden Wagen sind leitend miteinander verbunden. Da aber solche Kuppeln vorhanden sind, muß die Kuppelung zweifach erfolgen, weil andernfalls durch Stromschluß das Signal sofort ertönen würde. Die beigefügte Figur veranschaulicht den Vorgang, durch welchen die Trennung zwischen h und b im ersten und letzten Wagen durchgeführt wird. Es geschieht dies durch Aufstecken der Oese des Kabels k auf den an der gleichen Stirnwand befestigten Contacthebel h.

Rücksichtlich der Signalgeber ist zu bemerken, daß dieselben verschieden construirt sind, je nachdem das Signal von einem Bremsposten oder vom Gepäckswagen, oder von einer Wagenabtheilung aus gegeben wird. Die beigefügten Abbildungen führen die diesbezüglichen Anordnungen vor. Der Signalgeber für Bremsposten besteht aus einem um die Achse x in der Pfeilrichtung so weit drehbaren Hebel h, daß er sich an den Contact c anlegen kann, wobei x mit der



Signalgeber für die Bremsposten. Signalgeber in der Wagenabtheilung.

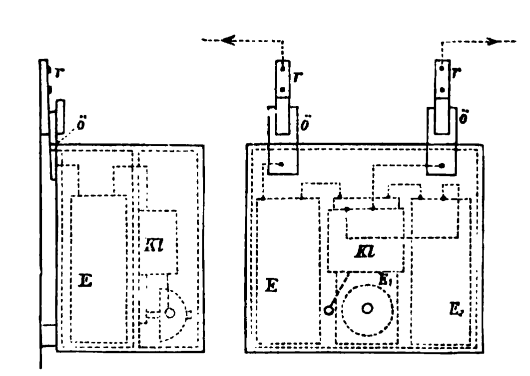
Leitung, b und c mit der Erde E verbunden ist. Legt sich nun x an c an, so erfolgt Stromschluß und das Klingelwerk ertönt. Die Vorrichtung ist in einem Gehäuse untergebracht, so daß nur ein Stück des drehbaren Hebels h hervorsteht.

Der Signalgeber in den Wagenabtheilungen zeigt eine etwas abweichende Anordnung. Um die Rolle w ist eine Schnur geschlungen, welche in einen Handgriff (h) endigt. Die Rolle w ist um die Achse drehbar. Wird nun die Schnur mittelst des Handgriffes angezogen, so erfolgt eine Drehung der Rolle nach der Richtung des Pfeiles und die Nase f legt sich an den Contact c an, wodurch x mit der Leitung und c mit der Erde in leitende Verbindung treten und Stromschluß erfolgt. An der Rolle ist weiter eine kleine rothe Signalscheibe (s) angebracht, welche den Ort andeutet, von dem das Signal ausgegangen ist.

Die Signalscheibe, welche an der Außenseite dadurch sichtbar wird, daß sie aus ihrem Gehäuse hervortritt und sich senkrecht aufstellt, kann nur durch den Zugbegleiter in seine Ruhelage zurückgebracht werden, und ist, sowie die Rolle w, dem

Fahrgaste unzugänglich. Dadurch wird einer mißbräuchlichen Benützung des Signales vorgebeugt. Außerdem ist die Handhabe durch eine Glasscheibe verdeckt, oder sie wird durch eine plombirte Schnur festgehalten, um der eventuellen Versuchung des einen oder anderen Fahrgastes, mit dem Apparate zu manipuliren, entgegenzutreten. Im Falle der Benützung derselben muß entweder die Glasscheibe eingeschlagen beziehungsweise die Schnur abgerissen werden. Als Stromquelle für dieses Intercommunicationssignal werden kräftige und constante Trockenelemente verwendet, welche in einem mit zwei Fächern versehenen Kästchen untergebracht sind, indem das eine Fach die Elemente sammt dem Isolirmaterial (zum Schutze gegen Einfrieren), das andere Fach den als Signalapparat dienenden Unterbrechungswecker enthält.

Das Kästchen ist mit allen seinen Einzelheiten hier stehend abgebildet. E E_1 E_2 sind die Elemente, Kl stellt das Klingelwerk dar, ö ö sind zwei Mettallösen, mittelst welchen das Kästchen an den Metallhaken r r aufgehängt wird. Die Haken stehen mit der Leitung beziehungsweise Erdleitung in Verbindung. Demnach wird, da die beiden Oesen mit dem Klingelwerke (beziehungsweise der Batterie) leitend verbunden sind, durch einfaches Einhängen der Kästchen in die Haken, die Verbindung zwischen Batterie und Signalapparat mit den Leitungen hergestellt, wodurch dasselbe jederzeit durch ein anderes ersetzt werden kann.



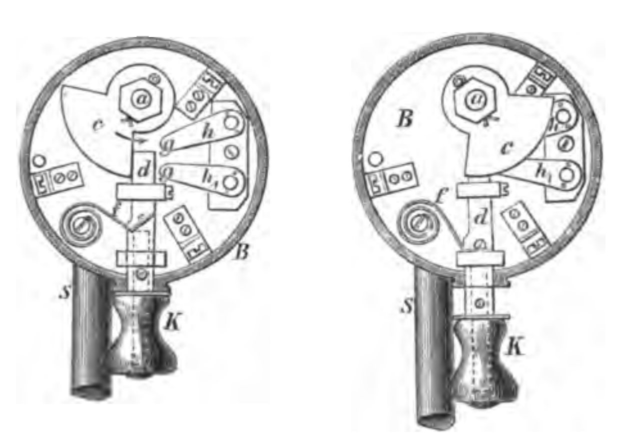
Anordnung des Kästchens mit den Trockenelementen.

Das Prudhomme'sche Hilfssignal steht hauptsächlich auf den französischen Bahnen, aber auch anderwärts (z. B. in Oesterreich) in Anwendung. Ein neueres System ist auf den Linien der Orléans-Eisenbahngesellschaft eingeführt worden, vornehmlich mit der Absicht, einen Austausch von Signalen zwischen dem Zugspersonale zu ermöglichen. Die entlang des Zuges laufende Leitung besteht aus zwei isolirten Kabeln, deren jedes als Seele eine Litze aus 7 Kupferdrähten in einer hinreichend dicken Guttaperchahülle enthält. Das Ganze ist mit einem in Kautschuk getränkten baumwollenen Bande und darüber mit einem getheerten Baumwollgeflechte umwickelt, so daß der Gesammtdurchmesser des Kabels 5 Millimeter beträgt. Die Kuppelung der Leitungen zwischen je zwei Wagen ist ähnlich construirt, wie die Röhrenverbindung bei den Luftdruckbremsen.

Im ersten und letzten Wagen des Zuges ist je eine Batterie vorhanden, wovon jedoch nur die erstere als Betriebsbatterie dient, während die letztere zur Reserve mitgeht. Ueber den Batterien sind Tasterknöpfe angebracht, welche bestimmt sind, dem Zugspersonale den Austausch kurzer Signale zu ermöglichen. Die Taster-

vorrichtungen für die Fahrgäste sind an den Zwischenwänden der Wagencoupés befestigt und bestehen aus einer cylindrischen, verschlossenen Büchse B (in untenstehender Abbildung), aus welcher der an einer in Führungen laufenden Stange d befestigte Knopf vorsteht. In der Büchse ist eine Achse a gelagert, auf welcher innerhalb der Büchse das versilberte Messingstück c und außerhalb der Büchse eine kleine, in der Zeichnung nicht dargestellte Kurbel fest aufgekeilt sind. An letzterer ist die Stange S drehbar befestigt. Dieselbe geht innerhalb der Coupéwand bis unter den Wagenboden, wo sie mittelst eines ähnlichen Kurbelarmes mit einer quer über den Wagen angebrachten Welle in Verbindung steht.

Diese letztere trägt an jeder Wagenseite einen weiß emaillirten Blechflügel, der in der Ruhelage zum Wagenboden parallel liegt, so daß nur seine Schmalseite sichtbar ist. Eine starke, auf die Flügelwelle einwirkende Wurmfeder strebt die Achse um 90° herumzudrehen, also die Stange S nach abwärts zu ziehen, kann es aber nicht, weil S oben in der Büchse (wie die linke Figur in der Abbildung es darstellt) festgehalten wird, indem die Knopfstange d vor dem Stück c liegt und dieses verhindert, in die durch den Pfeil gekennzeichnete Richtung zurückzugehen. Wird K jedoch angezogen und das Stück c also frei, so nimmt c die in der zweiten Figur gekennzeichnete Lage ein, S ist nach abwärts gegangen und demzufolge konnte sich die Flügelwelle drehen, so daß die Blechflügel nunmehr mit den vollen Flächen sichtbar sind. An dieser Lage kann, weil sich das Stück c vor d gestellt hat, nichts mehr geändert werden, bis nicht wieder der Zugführer durch das Umlegen der weißen Blechflügel in die Ruhelage das Stück c in die Ruhelage zurückbringt, worauf dann die Knopfstange d durch Einwirkung der Feder f wieder in die Arretirungslage einspringt. Die Leitung ist auf gewöhnlichen Arbeitsstrom geschaltet: es sind daher in der Büchse zwei auf einer Ebonitplatte befestigte silberne Contactfedern h und h_1 vorhanden, welche mit den beiden über dem Zuge führenden Leitungsdrähten verbunden sind und gegenseitig in Contact gelangen, sobald sich das ausgelöste Stück c auf sie legt, wie es die zweite Figur darstellt.

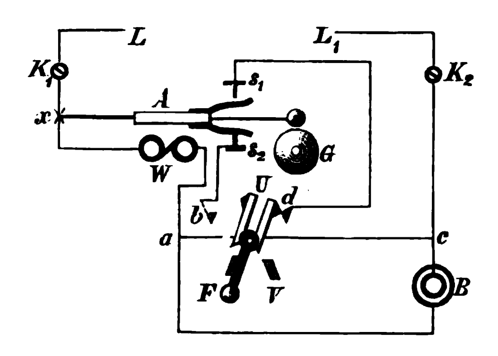


Tastervorrichtung.

Eine ganz einfache Hilfssignalanordnung ist (nach Kohlfürst: »Fortentwickelung der elektrischen Eisenbahneinrichtungen«) jene von **Thomas Paul**, welche auf den indischen Bahnen eingeführt ist. Dieselbe besteht nur aus einem auf der

Locomotive angebrachten Wecker sammt Batterie und Umschalter. In den Wagen sind einfache Druckknöpfe angebracht, mit welchen die über den Zug geführte Leine unterbrochen werden kann. Die Zugbeamten haben ebensolche Taster, die jedoch nur so lange unterbrechen, als sie gedrückt werden, wogegen die ersterwähnten Druckknöpfe nach der Gebrauchsnahme durch eine Schnappfeder in der Unterbrechungslage festgehalten werden, bis sie der Zugführer wieder losmacht.

Das betreffende Schaltungsschema macht untenstehende Figur ersichtlich. Der Umschalter U, welcher aus zwei von einander isolirten Contactstücken besteht, kann zweierlei Lagen einnehmen; steht er auf F (Fahrt), so stellt er einen Stromweg von c nach d zur Contactschraube s_1 her; wird er auf V (Verschiebung) gestellt, dann ist der Weg bei d unterbrochen, dafür ein anderer von a über b zur Contactschraube s_2 hergestellt. A ist der mit zwei Contactfedern und dem Glockenklöppel versehene Anker des Weckers W. Die bei der Klemme K_1 angeschlossene Kabelleitung L läuft über den Zug und dabei durch die verschiedenen Drucktaster. Die Leitung L_1 geht entweder gleichfalls als Rückleitung über den Zug, oder ist durch das Locomotivgestell zur Erde angeschlossen, in welchem Falle natürlich das Ende von L am letzten Wagen in gleicher Weise zur Erde geführt wird, was sich aber, nebenbei bemerkt, in Indien nicht als zulässig erweisen soll.

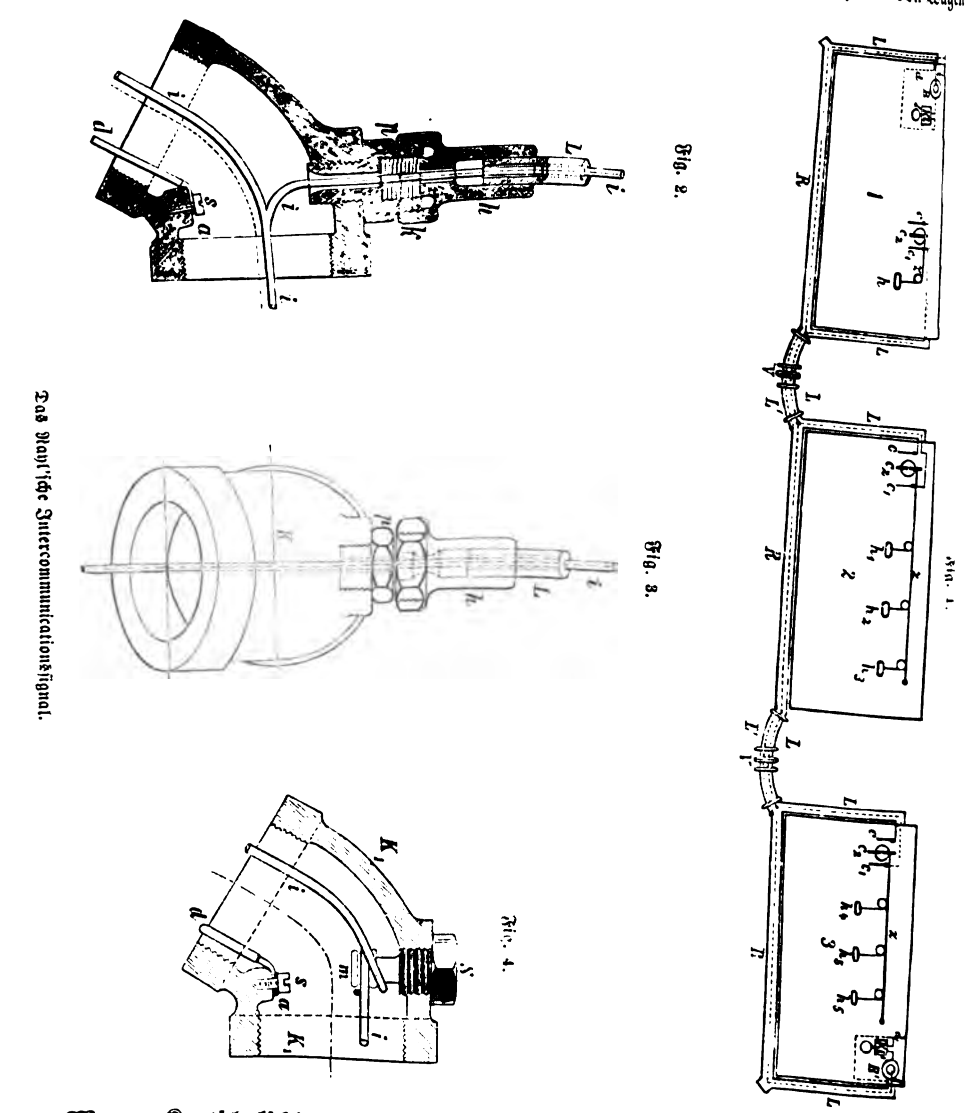


Schaltungsschema des Paul'schen Hilfssignales.

Ist der Zug zur Abfahrt bereit, so kommt der Umschalter auf F, der Batteriestrom gelangt in die Linie und der Anker A bleibt angezogen und auf der Schraube s_2 zu liegen. Wird die Linie in einem Druckknopfe oder durch Zerreißen unterbrochen, so beginnt der Wecker zu läuten, und zwar arbeitet derselbe, wie aus der Figur leicht zu ersehen ist, als Selbstunterbrecher. Kommt während der Fahrt in einer Station eine Wagenauswechslung vor, so wird natürlich die Leitung getrennt und läutet der Wecker, bis der Locomotivführer den Umschalter auf V stellt. Nun schweigt der Wecker allerdings, indes nur so lange, bis der Zug und die Signalleitung in Ordnung gebracht sind; denn sobald L mit L_1 wieder einen Stromkreis bildet, wird der Wecker wieder thätig, arbeitet aber jetzt als Selbstausschalter, bis der Locomotivführer, hierdurch aufgefordert, V in die alte Stellung F zurückversetzt.

Ein vornehmlich auf österreichischen Bahnen vielfach in Verwendung stehendes Intercommunicationssignal ist das von Rayl. Seine bemerkenswerthen Eigenthümlichkeiten sind, daß erstens für die Leitungen keine gesonderten Kuppelungen vorhanden sind, sondern unter Einem mit der Kuppelung der Vacuumschläuche

erfolgen; zweitens wird **nicht die Erde** als Rückleitung angewendet, sondern übernehmen dies die unter **den Wagengestellen** angebrachten schmiedeeisernen Röhren der Vacuumbremsen. **Bekanntlich sind die** Verbindungsglieder dieser Röhren von Wagen



zu Wagen Kautschukschläuche. Da nun Kautschuk ein Nichtleiter ist, befindet sich im Inneren der Kautschukröhren eine besondere Leitung. Die vollkommen isolirte Hauptleitung ist durch die Vacuumschläuche gezogen.

Vorstehende Abbildung (Fig. 1) veranschaulicht schematisch die ganze Anordnung. R sind die als Rückleitung benützten Röhren, L ist die innerhalb derselben geführte

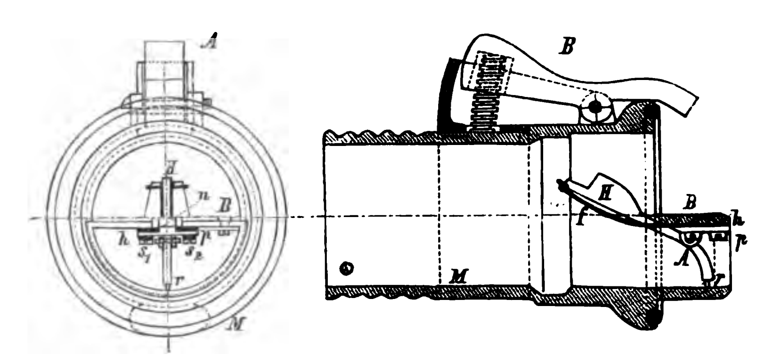
Hauptleitung. In den Vacuumschläuchen sind zwei Leitungen vorhanden, von welchen die Leitung L_1 mit den Röhren R leitend verbunden ist, wogegen die Leitung L die vollkommen isolirte Fortsetzung der Hauptleitung bildet. Die Batterien BB' sind (wie bei Prudhomme) in Gegenschluß geschaltet. Für die Signalgebung ist in jedem Wagen nur ein Signalgeber vorhanden, welcher jedoch von jeder Wagenabtheilung aus bethätigt werden kann.

Eine weitere Eigenthümlichkeit dieses Systems besteht darin, daß die Vacuumleitung, je nachdem die Wagen für die Signalabgabe allein oder auch für den Signalempfang ausgerüstet werden sollen, verschieden construirt sind. In den beiden hier stehenden Figuren ist die Anordnung des schmiedeeisernen Vacuumrohres bei Wagen für Signalabgabe und Empfang veranschaulicht. Das Rohr hat an seinen beiden an der Wagenbrüstung liegenden Enden ein Kniestück (K in Fig. 2, 3), welches gleichzeitig zur Aufnahme des Verbindungsschlauches von Wagen zu Wagen dient. In die obere Biegung dieses Kniestückes ist ein durchbohrter Pfropfen p eingeschraubt, auf welchen die gleichfalls durchbohrte Hülse h festgeschraubt wird. Zwischen p und h liegt eine Gummidichtung k, durch welche der Luftzutritt in die Rohrleitung verhindert wird. Der isolirte Hauptleitungsdraht i theilt sich unmittelbar vor dem Pfropfen p in zwei Zweige, deren einer durch den Pfropfen p, die Dichtung k und die Hülse h geht und von da durch das auf die Hülse aufgelöthete Rohr L in das Innere des Wagens entweder zum Signalapparate und der Batterie, oder zum Signalgeber führt. Der zweite Zweig führt durch den Verbindungsschlauch bis zur Kuppelungsvorrichtung und ist dortselbst isolirt befestigt. An dem Ansatze a des Kniestückes ist durch die Schraube s ein zweiter Draht d befestigt, welcher gleichfalls durch den Verbindungsschlauch bis zur Kuppelungsmuffe führt und dort mit ihr leitend verbunden wird.

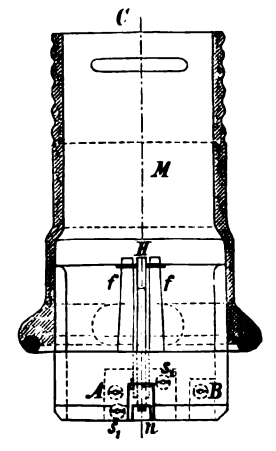
Soll ein Wagen nur zur Signalabgabe eingerichtet werden (Wagen 2 in der schematischen Darstellung auf Seite 444), so bedarf es nur an einem Ende des Wagens einer Abzweigung der Hauptleitung und es wird in diesem Falle — wie die angefügte Figur veranschaulicht — am zweiten Ende desselben die am Kniestück K durch den Propfen p vorgesehene Oeffnung durch die Schraube S luftdicht verschlossen. Die Kuppelung der Leitung erfolgt gleichzeitig mit der Kuppelung der Vacuumschläuche. Diese von dem abgebogenen Theile des Kniestückes abgehenden Schläuche aus vulcanisirtem Kautschuk tragen an ihrem Ende Metallmuffen M (in Figur A, B und C Seite 446 an deren Steg der von der Schraube s des Kniestückes K (Figur 2 bis 4 Seite 444) kommende Draht d mittelst der Schraube B befestigt wird. An der Unterseite dieses Steges ist durch eine Hartgummiplatte h isolirt das Metallplättchen p vermittelst der Schrauben s_1 s_2 befestigt. Mit diesem Plättchen wird der von K kommende Hauptleitungsdraht i durch eine Schraube leitend verbunden; das Plättchen p hat vorne gegen das Ende des Steges eine Nase (n), welche in einen Schlitz des Steges, von demselben jedoch vollkommen isolirt, einpaßt. Dieses Plättchen trägt ferner noch den um eine

Achse drehbaren Hebel H, welcher, wenn die beiden Muffen zweier gegenüberliegender Vacuumschläuche nicht verkuppelt sind, durch die Feder F in die in Figur B gezeichnete Lage gedrückt wird, wobei sich der Contact r dieses Hebels an die Muffe M anlegt. Hierdurch werden die beiden Leitungen i und d (in den Figuren 2 bis 4 Seite 444) miteinander verbunden.

Werden jedoch zwei Muffen miteinander gekuppelt (in oberer Figur Seite 447), so drückt die Nase n der einen Muffe den Hebel H der anderen Muffe nach abwärts (beziehungsweise aufwärts), wodurch sich der Contact r von M



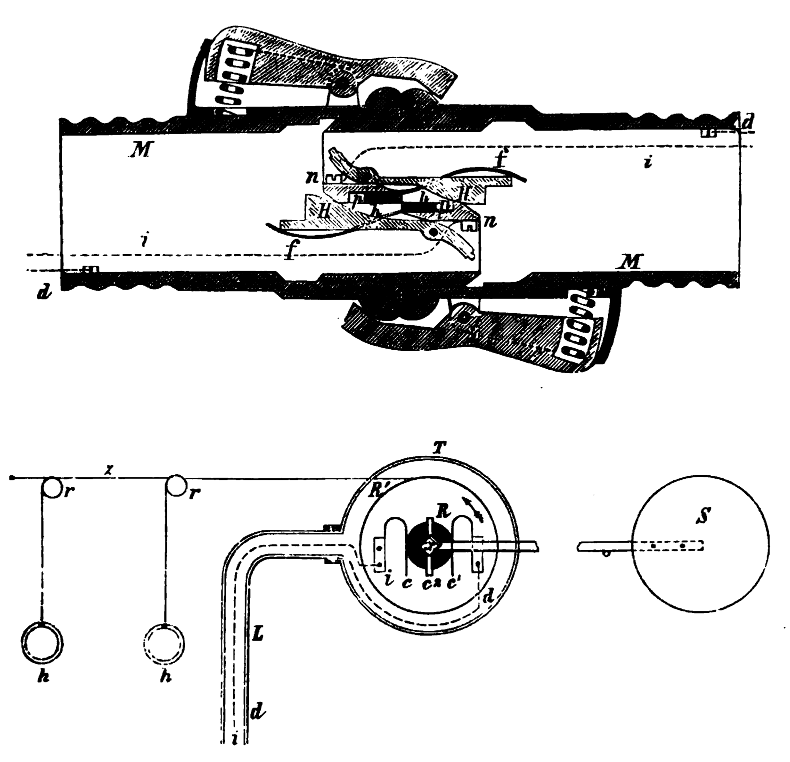
abhebt und die leitende Verbindung zwischen dem Drahte i des einen Wagens mit dem Drahte i des anderen Wagens herstellt; gleichzeitig wird, da H, p und n von dem Metall der Muffe vollkommen isolirt sind, die Verbindung zwischen i und d aufgehoben. Da ferner d mit dem nichtisolirten Steg der Muffe verschraubt ist, wird sich — es kommt bei der Kuppelung Metall auf Metall zu liegen — auch die Verbindung von d des einen Wagens mit d des anderen Wagens herstellen. Sollten die Kuppeln durch irgend einen Umstand getrennt werden, so wirkt der Hebel H als automatischer Taster, indem sich diesfalls der Contact r an die Muffe M anlegt und hierdurch den Stromschluß bewirkt, der die Signalapparate in Thätigkeit setzt.



Das Rayl'sche Intercommunications-signal.

Die Construction der Vacuumbremse bedingt, daß auf den Schlauch des letzten Wagens eine Blindmuffe aufgesetzt werden muß. Damit nun auch bei der letzten Muffe die Verbindung zwischen H und M aufgehoben werde, ist an der Blindmuffe, welche mit den Leitungen nicht in Verbindung steht, ein Holzklötzchen mit einer Nase eingesetzt, welches beim Einschieben den Hebel H von M abhebt. In gleicher Weise hebt ein solches Holzklötzchen in der Muffe des Tenders den Hebel H von M in der vorderen Muffe des ersten Wagens ab.

Die untenstehende zweite Figur veranschaulicht den Signalgeber. Er ist an der inneren Stirnwand des Wagens verdeckt angebracht und besteht aus der Trommel R', an welche die Zugschnur z fest verbunden und derart um erstere gewunden ist, daß ein Anziehen der Schnur eine Drehung der Trommel in der Pfeilrichtung bewirken muß. Mit der Achse der Trommel ist die Signalscheibe S an einem Stiele fest verbunden, wodurch sie sich mit der Trommel drehen muß und sich nach aufwärts stellt, sobald das Signal in Wirksamkeit tritt. Durch diese Ein-



Das Rayl'sche Intercommunicationssignal.

richtung läßt sich sofort der Wagen erkennen, aus welchem das Signal abgegeben worden ist. Das Ertönen der Klingeln erfolgt, indem der Metallstab c^2, den die Hartgummischeibe R trägt, bei der Drehung von R um 90° (da R mit R' fest verbunden ist) an die beiden Contactformen c c' sich anlegt und dieselben leitend verbindet. Dadurch wird, weil c mit der Hauptleitung i c' mit der Rückleitung d verbunden ist, Stromschluß hergestellt. Die Zugschnur läuft über Rollen durch den Wagen und sind an derselben mit Handhaben (h) versehene Abzweigungsschnüre angebracht. Da in jede Wagenabtheilung eine solche Handhabe hineinreicht, kann, trotzdem nur ein Signalgeber pro Wagen vorhanden ist, aus jedem der ersteren

Signal gegeben werden. (Nach Bauer, Prasch und Wehr: »Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen«.)

Zum Schlusse sei noch einer Signalvorrichtung gedacht, die bisher nur eine specielle Anwendung gefunden hat. Dieselbe rührt von Gattinger her und wird nicht bei Personenzügen, sondern bei Güterzügen, und zwar zur Zeit nur bei Zurücklegung der Arlbergtunnels verwendet. In demselben herrscht bei gewissen Windverhältnissen eine so intensive Rauchanhäufung, daß am Zuge angebrachte optische Signale gänzlich versagen. Ueberdies sind auch die Gefällsverhältnisse nicht günstig und werden die Schienen durch Niederschläge so schlüpfrig, daß schwere Güterzüge dadurch an der gleichmäßigen Fahrt behindert werden.

Um nun eine eventuelle Zugstrennung sofort selbstthätig dem Locomotivführer zu signalisiren, sowie zu ermöglichen, daß jeder Zugbegleiter nach beiden Enden des Zuges Signale geben könne, erhält jeder in den Arlbergtunnel einfahrende Güterzug den hier in Frage kommenden Signalapparat, der bei der Ausgangsstation wieder abgegeben wird. Dieser Apparat besteht aus einem zweidrähtigen, mit feinem Stahldraht völlig übernetztem Kabel, das mit Hilfe einer auf einem eisernen Karren angebrachten Rolle längs des Zuges ausgelegt wird, wozu nur wenige Minuten erforderlich sind. In das Leitungskabel sind in Entfernungen von circa zwei Wagenlängen Knöpfe eingelegt, die einen kleinen Unterbrechungsdrücker enthalten. Das Kabel wird so vertheilt, daß jeder Zugbegleiter einen solchen Knopf in Handweite bekommt. Am Anfange und am Ende des Zuges sind die Apparatenkästen untergebracht.

Die Bremsen.

Die Bewegung eines Zuges beruht nicht ausschließlich auf der durch die Zugkraft des Motors ausgeübten Wirkung, sondern zugleich auf dem den bewegten Körpern innewohnenden Beharrungsvermögen, wobei das Maß der Geschwindigkeit und der bewegten Masse die maßgebenden Factoren sind. Ein Eisenbahnzug würde also, sobald (durch Absperrung des Dampfes) die motorische Kraft unwirksam gemacht wird, noch geraume Zeit in Bewegung verharren und sich diesfalls jeder Regulirbarkeit entziehen. Um dem vorzubeugen und den Zug je nach Bedarf entweder in langsamen Gang zu versetzen, ihn an einem bestimmten Punkte, oder in bestimmten Voraussetzungen (Gefahrsmomenten) in der zu erreichenden kürzesten Zeit zum Stehen zu bringen, dienen die Bremsen.

An eine gute Bremsvorrichtung ist die Bedingung gestellt, daß sie sich leicht handhaben lasse, ordnungsmäßig functionire, jedoch nicht zu energisch die Bewegung hemme, weil dadurch gefährliche Wirkungen eines Stoßes gegen feste Körper verursacht würden. Um diese Bedingungen zu erfüllen, sind die mannigfachsten Vorrichtungen ersonnen worden, bei denen entweder Menschenkraft oder eine motorische Kraft die Bremsen bedient. Die ersteren nennt man schlechtweg **Handbremsen**,



A. Brandt'sche Tunnel-Bohrmaschine.

die letzteren schnellwirkende Bremsen. Die ersteren wieder unterscheiden sich in Klotz-, Keil-, Schlitten- und Bandbremsen. Bei den Klotzbremsen ist der Mechanismus, welcher die Bremsklötze (früher Holz, jetzt meist Gußeisen oder Gußstahl) gegen die Räder drückt, verschieden und theilt man dieselben demgemäß in Hebel-, Spindel- und Kettenbremsen ein. Bei den Klotzbremsen sind die Bremsklötze entweder an den Langträgern des Wagens oder an den Achsbüchsen angebracht. Die letztere Anordnung ist die rationellere, da bei ihr das Federspiel eines gebremsten, also zwischen den Klötzen eingezwengten Rades nicht durch die starre Aufhängung der letzteren behindert wird, weil der an der Achsbüchse befestigte Aufhängepunkt des Bremsklotzes und daher dieser selbst den Bewegungen der Achsbüchse und dem Federspiel folgen kann.

Bei der Hebelbremse erfolgt die Wirkung mittelst eines am Langträger befestigten Winkelhebels, dessen längerer Arm, sobald die Bremse außer Thätigkeit ist, entsprechend unterstützt wird. Bei Auslösung dieser Stütze verursacht der längere Hebelarm durch sein Gewicht das Anpressen des Bremsklotzes gegen das Rad. Die Wirkung ist gering, kann aber erhöht werden, wenn der längere Hebelarm mit einem Austritt versehen ist, auf welchen sich der Bremser stellt, um durch sein Körpergewicht den Bremsdruck zu verstärken. Diese Methode ist indes gänzlich veraltet und findet sich nur vereinzelt auf Secundärbahnen ältester Anlage, auf denen noch die mit dieser Vorrichtung versehenen Wagen rollen.

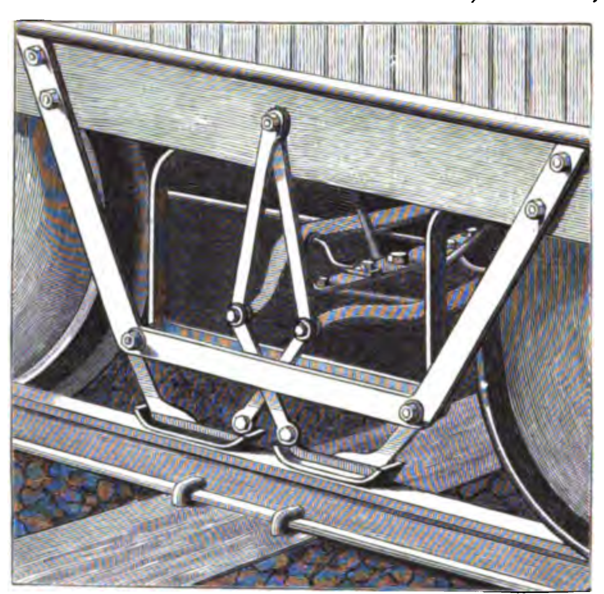
Die weiteste Verbreitung haben die Spindelbremsen. Ihre Anordnung ist allgemein bekannt, bedarf also keiner eingehenden Beschreibung. Durch Drehung einer verticalen Schraubenspindel werden mittelst eines Hebelwerkes die sämmtlichen Bremsklötze eines Wagens gegen ihre Räder gedrückt. Eine entsprechend geformte Handhabe erleichtert die Bedienung dieser Vorrichtung. Die Wirkung der Spindelbremsen ist eine sehr ausgiebige und können die Räder völlig festgeklemmt werden, so daß sie auf den Schienen schleifen. Indes hat die Erfahrung ergeben, daß das Maximum der Bremswirkung schon vor dem Festhalten der Räder eintritt, was Wöhler veranlaßt hat — unter gleichzeitiger Berücksichtigung der starken Schienenabnützung durch festgebremste Räder — eine Construction zur Anwendung zu bringen, vermöge welcher der durch die Bremsspindel auszuübende Zug mit dem Gewichte der Wagen sich ändert.

Kettenbremsen, Keil- und Schlittenbremsen erklären sich aus ihren Bezeichnungen. Bei den ersteren wird durch das Drehen der Spindel eine über eine Rolle laufende Kette angezogen und werden die Bremsklötze durch ein Gegengewicht wieder von den Rädern entfernt. Bei den Keilbremsen wird die beabsichtigte Wirkung durch einen zwischen Rad und Schiene sich einschiebenden Körper, welcher die Reibung zwischen den ersteren erhöht, erzielt. Die Keilbremsen haben den Uebelstand, daß sie heftige Stöße erzeugen, was beispielsweise bei den Schlittenbremsen vermieden wird. Bei diesen tritt wieder das Mißliche zu Tage, daß sie die Schienen sehr angreifen. Die umstehende Abbildung zeigt eine Construction,

wie sie auf manchen Kohlenbahnen Nordamerikas im Gebrauche steht. Ihre Wirkung erklärt sich von selbst.

Alle die vorbesprochenen Systeme erfüllen mehr oder minder ihren Zweck, haben aber den großen Fehler, daß sie viel zu langsam wirken und einen großen Bedienungsapparat bedingen. Wenn das Bremssignal von der Locomotive ausgegangen ist, bedarf es mindestens einer Minute, bis alle Bremsen in Thätigkeit sind, und ebensoviel Zeit verstreicht bis zum Festklemmen der Räder. Im Eisenbahnbetrieb entscheiden aber häufig nicht Minuten, sondern Secunden.

Um dies zu begreifen, braucht man sich nur zu vergegenwärtigen, daß ein mit 75 Kilometer in der Stunde verkehrender Schnellzug in der Minute 1250, in der Secunde 21 Meter zurücklegt. Bis die herkömmlichen Handbremsen in Wirksamkeit treten, ist ein solcher Zug im günstigsten Falle 1250 Meter vorwärts gekommen, was in den meisten Fällen die Absicht, welche mit der Bremsung verbunden ist, vereiteln wird.

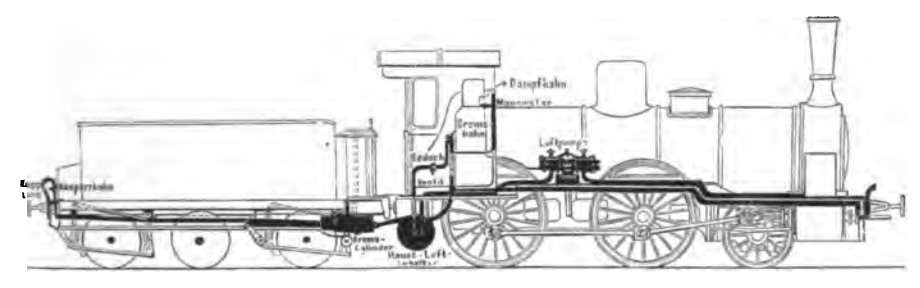


Amerikanische Schlittenbremse.

Diese Erwägung führte zur Einführung der sogenannten **continuirlichen** (durchgehenden) **Bremsen**, deren Princip darin besteht, daß der Locomotivführer dieselben von seinem Stande aus in Thätigkeit versetzt und der Beihilfe der Zugbegleiter hierzu nicht bedarf. Auch wirken sie viel kräftiger und rascher, so daß ein Zug innerhalb 100 bis 200 Meter zum Stehen gebracht werden kann. Endlich ist den meisten Schnellbremsen die Einrichtung gemeinsam, daß sie im Falle einer Zugstrennung selbstthätig wirken. Bezüglich der motorischen Kraft, welche die Schnellbremsen bedient, bestehen erhebliche Abweichungen. Die einen wirken durch Luftverdünnung in den Bremscylindern, die anderen umgekehrt durch Luftdruck, andere durch hydraulischen Druck, bei andern wieder tritt die Elektricität in Thätigkeit. Gemeinschaftlich ist Allen der Nachtheil, daß sie complicirt und theuer sind und das Rangiren der Züge erschweren, weil die Bremsvorrichtung gleichfalls gekuppelt werden muß. Trotzdem waren die Vortheile so schwerwiegend, daß die durchgehenden Bremsen in allen Ländern bei schnellfahrenden Zügen und vielfach bei den Personenzügen überhaupt eingeführt sind. Auch bei Eilgüterzügen

sind sie bereits in Anwendung gekommen. — Zu den verbreitetsten Schnellbremsen zählen die Constructionen von Carpenter, Westinghouse, Smith, Henderson, Heberlein u. s. w. Die ersten beiden Systeme beruhen auf dem Principe der Luftverdichtung, das Smith'sche auf Luftverdünnung (Vacuumbremsen), das Henderson'sche auf Wasserdruck, das Heberlein'sche auf Friction. . . .

Sehen wir uns nun die einzelnen Constructionen etwas an. Zum Mechanismus der Carpenterbremse gehört zunächst eine Luftpumpe, welche über und zwischen den Treibrädern angebracht ist. Die verdichtete Luft gelangt aus derselben meist vorerst in einen großen Behälter, für welchen sich unter dem Führerstande ein entsprechender Raum vorfindet. Von diesem führt ein Rohr zum sogenannten Reductionsventil, sodann zum Bremshahn und von diesem zu einer Rohrleitung, welche durch den ganzen Zug geht. In diese Rohrleitung ist bei jedem Wagen ein Bremscylinder eingeschaltet. Selbstverständlich ist von Wagen zu Wagen eine entsprechende Kuppelung angeordnet. In den Bremscylindern findet sich ein Kolben,



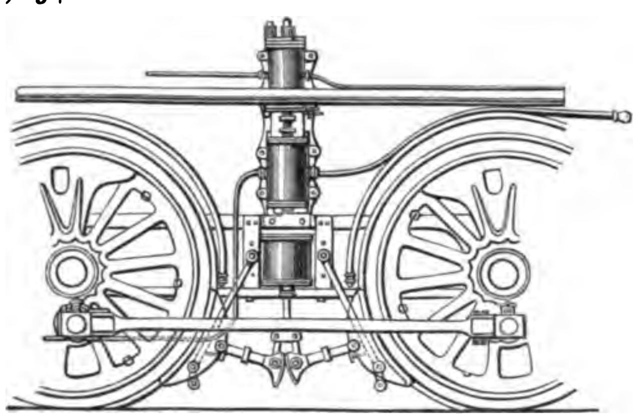
Carpenterbremse.

der mit den Bremsklötzen verbunden ist. Endlich ist eine Vorrichtung vorhanden, durch welche aus jedem Coupé die Bremse in Thätigkeit gesetzt werden kann, was aber nur bei thatsächlicher Gefahr gestattet ist.

Wenn die Bremsklötze ruhen, also während der Fahrt, ist zu beiden Seiten des Kolbens im Bremscylinder verdichtete Luft vorhanden. Soll der Bremsapparat in Thätigkeit versetzt werden, so läßt der Locomotivführer die verdichtete Luft auf der vorderen Seite des Kolbens aus, wodurch dieser vorwärtsgeschoben wird und die Bremsklötze sich an die Räder anpressen. Zum Entbremsen wird wieder verdichtete Luft eingeführt. Der Druck im Hauptbehälter und in den Leitungen soll in der Regel 7 bis 8 Atmosphären betragen; doch sinkt er nach jedem Bremsen herab. Vermittelst der Luftpumpe auf der Maschine kann der Führer den Druck reguliren und somit auf constanter Höhe erhalten. Die Carpenterbremse functionirt in ihrer jetzigen Vervollkommnung sehr gleichmäßig, nicht ruckweise und ist daher nicht von Stößen begleitet.

Das Princip der Westinghousebremse, welche vornehmlich in England und Nordamerika im Gebrauche steht, ist folgendes: An der Locomotive ist eine

direct wirkende Druckpumpe angebracht, welche, vom Dampfkessel gespeist, in einem unter dem Führerstande horizontal angebrachten cylindrischen Recipienten von etwa $1/2$ Cubikmeter Fassungsraum Luft unter 7 bis 9 Atmosphären Druck ansammelt. Von diesem Reservoir geht eine Rohrleitung aus. Sowohl der Tender als jeder Wagen hat an seiner Bodenfläche ein gleiches Rohr. Die Verbindung dieser Elemente der dem Zug entlang herzustellenden Leitung erfolgt mittelst entsprechend starker biegsamer Schläuche, welche an ihrem Ende mit Verbindungsvorrichtungen versehen sind, welche, insolange die Vereinigung der zu verbindenden Röhren nicht erfolgt ist, diese gegen Außen abschließen. Durch das Aneinanderdrücken der beiden sich überplattenden Kuppelungsgehäuse erfolgt gegenseitiges Zurückdrücken der Abschluß-ventile, wodurch die Communication zwischen den sich aneinander reihenden Röhren hergestellt wird.



Westinghousebremse.

Jedes Fahrzeug ist mit einem Hilfsreservoir für comprimirte Luft und mit einem Bremscylinder versehen, in welchem ein die Bewegung der Bremsen bewirkender Kolben sich befindet. Zwischen diese beiden Bestandtheile und der Luftleitung ist ein Ventilgehäuse eingeschaltet, welches automatisch die Verbindung zwischen diesen drei Theilen und der freien Luft in folgender Weise regelt: befindet sich in der Rohrleitung comprimirte Luft, so stellt sich ein Dreiweghahn derart, daß die Rohrleitung mit dem Luftreservoir, der Bremscylinder jedoch mit der freien Luft communicirt. Hört jedoch die Compression der Luft in der Rohrleitung auf — und das kann sowohl vom Locomtivführer, als von irgend einer Wagen-abtheilung aus erfolgen — so stellt sich das Ventil im Dreiweggehäuse derart, daß das Reservoir mit dem Bremscylinder in Verbindung tritt, des letzteren Communication mit der freien Luft jedoch abgeschnitten wird. Während in ersterer Stellung die Bremsklötze mittelst der an denselben befindlichen Federn von den Rädern ferngehalten werden, tritt durch die Einwirkung der comprimirten Luft auf den Kolben des Bremscylinders dessen Verschiebung und damit die Bremsung der Räder ein.

So wie durch das absichtliche Oeffnen eines Ablaßhahnes, desgleichen nimmt der Druck in den Leitungsröhren auch dann ab, wenn durch zufälliges Loslösen eines Theiles des Zuges oder durch sonst einen Unfall die Continuität der Luft-

leitung gewaltsam unterbrochen wird. Erst wenn man von dem Hauptreservoir, welches unter der Locomotive sich befindet, wieder comprimirte Luft in die Röhren gelangen läßt, stellt sich das Ventil wieder in seine ursprüngliche Lage, die comprimirte Luft tritt aus dem Bremscylinder aus, sein Kolben wird durch die auf ihn wirkende Feder zurückgeführt und die Bremsklötze entfernen sich unter dem Einflusse dieser sowie der direct auf sie wirkenden Federn von den Rädern. Gleichzeitig wird die durch die Bremsung in den einzelnen Hilfsreservoirs eingetretene Abnahme des Druckes durch die wieder hergestellte Verbindung derselben mit der Rohrleitung auf die ursprüngliche, im Hauptreservoir stets erhaltene Höhe gebracht.

Die Gegner dieses Systems machen ihm daraus einen Vorwurf, daß einzelne seiner Bestandtheile sehr complicirt sind und eine sehr genaue Ausführung erfordern. Die empfindlichen Bestandtheile der Bremse befinden sich in Gehäusen, die niemals geöffnet werden brauchen; sie sind keinem Zugrundegehen ausgesetzt und können, wenn sie durch irgend einen Unfall beschädigt werden sollten, von jedem Schlosser durch andere in Bereitschaft zu haltende Reservestücke ersetzt werden. Die langjährigen Erfahrungen mit der Westinghousebremse und stets zunehmende Verbreitung derselben beweisen am besten, wie unbegründet alle früheren Einwendungen gegen sie waren und sind.

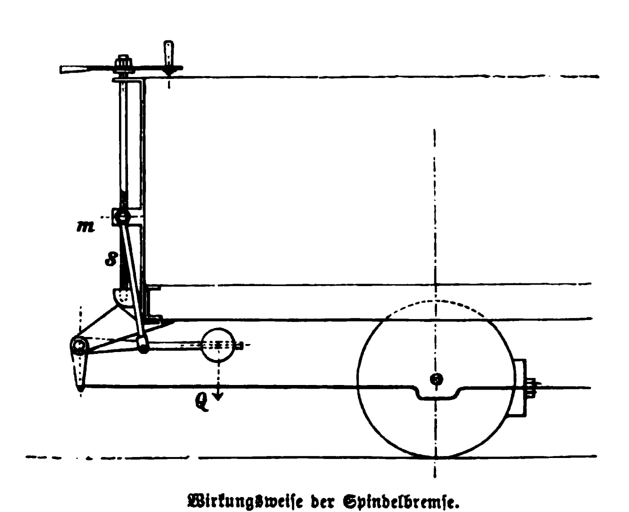
Von Interesse ist ein Verfahren, welches bei der Einführung der Westinghousebremse auf einer französischen Bahn versucht worden ist, nämlich: die Züge von den Stationen aus zu Bremsen. Vor der Bahnhofseinfahrt war zwischen den Schienen ein 2 Meter langer, 0·1 Meter breiter Kupferstreifen über Schienenkopfhöhe befestigt. Dieser Kupferstreifen war in eine von der Station ausgehende und endigende elektrische Leitung eingeschaltet, welche sich auch an das Geleise anschloß. An der Locomotive befand sich ein Elektromagnet, welcher bei Stromschluß einen Anker anzog, durch dessen Bewegung der Hahn der Luftleitung geöffnet und die Zugsbremse in Thätigkeit gesetzt wurde. Die Leitung des Elektromagneten endigte einerseits in einer Bürste aus Kupferdraht, welche so tief hing, daß sie über die Kupferplatte streichen mußte, und war andererseits in metallischer Verbindung mit der Locomotivachse, folglich auch mit den Schienen. Sollte der Zug in oder vor der Station halten, so wurde der elektrische Strom, welcher beim Passiren des Zuges durch die Kupferplatte und durch die Locomotive nach der Schiene ging, eingeschaltet, wenn nicht, unterblieb die Einschaltung.

Das nächstwichtigste Bremssystem ist die Smith'sche Vacuumbremse. Ihr Princip ist Folgendes: Unter jedem Wagen befinden sich zwei aus Kautschuk hergestellte Cylinder, deren Umhüllungsfläche sich blasebalgartig zusammenfalten, wenn in der Richtung der Cylinderachse ein Druck ausgeübt wird. Um seitliche Eindrücke des Kautschukcylinders zu verhindern, sowie um dessen Streckung noch erfolgter Zusammendrückung wieder zu bewirken, trägt jeder solche an den Enden geschlossene Cylinder, im Innern an die Kautschukhülle anschließend, mehrere eiserne Reifen und an der in der Achse jedes Cylinders befindlichen Leitungsstange zwei Spiral-

federn, welche unter dem Drucke von 340 beziehungsweise 500 Kilogramm die vollständige Zusammenschiebung des Cylinders zulassen.

Wird nun aus dem untereinander und mit der Locomotive durch Röhren in Verbindung gesetzten Bremscylindern die Luft ausgesogen, so bringt die atmosphärische Luft die Zusammendrückung beziehungsweise Verkürzung der Kautschukcylinder hervor, und die Bewegung der Cylinderdeckel, an welchen Zugstangen befestigt sind, bewirkt die Bremsung der betreffenden Wagen.

Vergleichen wir die Smith'sche Vacuumbremse mit der Westinghouse'schen Luftdruckbremse, so finden wir, daß letztere eine rasche Action gestattet, indem bei derselben stets ein Vorrath von frischer Luft vorhanden ist und nur die Zeit der Ausströmung der Luft zur Ausführung der Bremsung erforderlich ist, während bei ersterer die Auspumpung der Luft, und zwar mittelst eines Ejectors, erst in dem Momente beginnt, in welchem die Action der Bremsen bereits gewünscht wird. Durch Umstürzung der Action der Bremscylinder, nämlich wenn die Bremsen durch Federn an die Räder gedrückt und nur durch die luftleer gemachten Cylinder von denselben ferngehalten werden, erreicht man manchen Vortheil; immerhin ist es schwieriger, die Luftverdünnung als die comprimirte Luft in der Rohrleitung und den Cylindern zu erhalten.



Wirkungsweise der Spindelbremse.

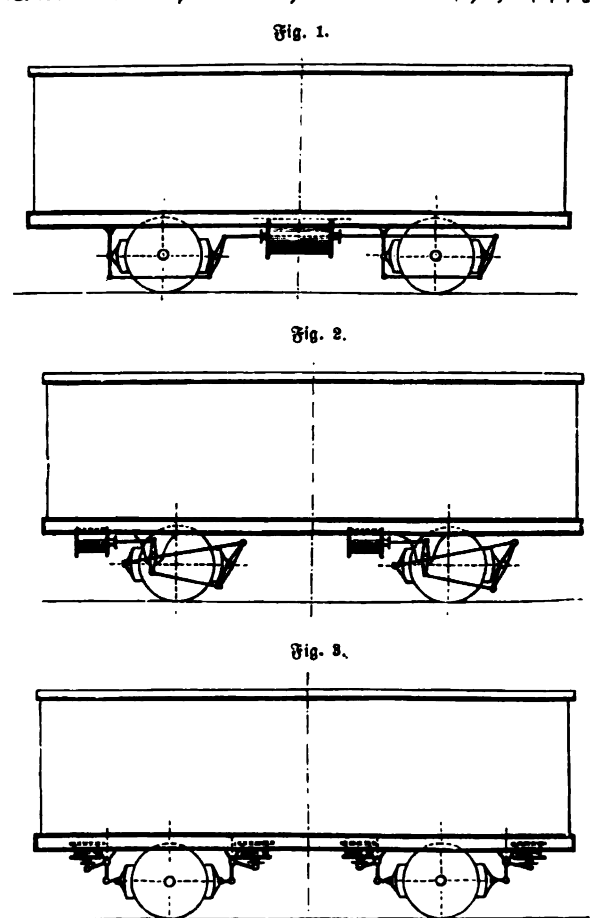
Die Selbstthätigkeit der Luftbremsen erreichte man dadurch, daß man in der Kraftleitung die Zugkraft beständig unterhielt und die Bremswirkung erst dann eintreten ließ, nachdem in der Kraftleitung die Spannung aufgehoben war. Wie man sieht, kehrte man dadurch den Bremsvorgang gegen den der nicht selbstthätigen Bremse in derselben Weise um, wie er sich auch bei der gewöhnlichen Spindelbremse umkehrt, wenn man die Abwärtsbewegung der Mutter m zum Abdrücken eines Gegengewichtes benützt, welches beim Lösen, d. i. bei der Aufwärtsbewegung der Mutter, den Bremsdruck hervorruft (vgl. die vorstehende Figur). Die nach Entleerung der Luftleitungen angefüllt bleibenden Räume sind dann dem Gegengewicht (Q) und dem Leitungsdruck der Spannung in der Stange (S) vergleichbar. Durch die Umschaltung in der Wirkung der Kraftquelle entstanden die neueren selbstthätigen Luftdruck- und Luftleerbremsen.

Erwägt man, daß der Ejector als Kraftquelle mit wesentlich geringerem Nutzeffect (25 %) arbeitet als die Dampfgänge (40 %), so ergiebt sich, daß die Vacuumbremsen bezüglich des Kraftverbrauches von den Luftdruckbremsen übertroffen werden. Da aber anderseits die Unterhaltungskosten bei gleicher Sicherheit der Luftleitungen mit der Höhe der Luftspannungen wachsen, werden die Vacuumbremsen billiger zu unterhalten sein. Diese Unterschiede bleiben auch für die selbstthätigen Luftbremsen bestehen, deren wesentliche, das Princip nicht berührende Aenderungen von den nicht selbstthätigen Bremsen darin liegen, daß der beständig erhaltene Leitungsdruck zu beiden Seiten des am Anzughebel angreifenden Kolbens des Luftcylinders sich erst dann äußert, wenn die verdichtete oder verdünnte Luft auf der einen Seite des Kolbens die Spannung verliert. Die Selbstthätigkeit wird dann bei einigen Bremsen mittelst automatisch wirkender Umschaltungsventile bewirkt, welche bei anderen Bremsen durch automatisch wirkende Kolbenmanschetten ersetzt werden. Die Verkleinerung der Bremscylinder in der Längsrichtung wird bei einzelnen Apparaten durch die Einschaltung einer selbstthätigen Nachstellvorrichtung für die Bremsklötze erkauft.

Bezüglich der automatischen steifen Kolbenmanschetten äußert sich ein (anonymer) Fachmann dahin, daß sie gegenüber den leichtbeweglichen automatischen Ventilen die Schnelligkeit der Luftströmungen benachtheiligen, daher auch die des Bremsens. »Jeder Vorzug auf der einen Seite wird demnach durch einen Mangel auf der anderen erkauft. Trotzdem wird man den Mangel eines Gliedes durch die Verstärkung eines anderen ausgleichen können, so daß z. B. die Luftleerbremsen nicht minder energisch wirken müßten wie die Luftdruckbremsen, sobald man bei den ersteren einen ungewöhnlich starken Ejector anwendet. Ebenso wird die Carpenterbremse die Westinghousebremse erreichen, wenn erstere einen höheren Leitungsdruck beziehungsweise ein doppelt so großes Hauptreservoir oder einen größeren Cylinderdurchmesser erhielte, als das jetzige Modell nachweist.«

Bei der Henderson-Bremse verwendet man Wasser, welches mit Glycerin gemengt ist, als Kraftübertragungsmedium. Der Zusatz von Glycerin bezweckt die Herabminderung des Gefrierpunktes. Wasser, dem 30 % Gewichtstheile Glycerin zugesetzt sind, friert erst bei — 6° C.; ein größerer Zusatz von Glycerin, z. B. von 50 %, bringt den Gefrierpunkt des Gemenges gar auf — 31·3° C. herab. Diese Flüssigkeit befindet sich in einem am Tender angebrachten Gefäße, von welchem aus zwei Röhrenstränge ausgehen, welche durch den ganzen Zug gehen. Mittelst eines vom Locomotivführer zu handhabenden Hahnes mit dreifacher Bohrung kann das Ab- oder das Rückleitungsrohr abgeschlossen werden. In das Ableitungsrohr ist in erster Linie eine an der Locomotive befestigte doppeltwirkende Druckpumpe eingeschaltet, welche von einem directwirkenden Dampfcylinder in Bewegung gesetzt wird. Das von der Druckpumpe ausgehende Rohr steht mit den Druckgehäusen in Verbindung. Die Druckgehäuse sind aus je zwei mit ihren Vertiefungen sich zugekehrten tiefen gußeisernen Schlüsseln gebildet. Zwischen den beiden Schlüsseln ist

eine Kautschukplatte eingespannt. Wird nun das an einer Seite dieser Platte befindliche Wasser durch Activirung der Druckpumpe gedruckt, so preßt dieses die Kautschukplatte und mit dieser eine an dieselbe befestigte, durch das gußeiserne Gehäuse gehende Eisenstange gegen den Boden der gegenüberstehenden Gußschale und nähert dadurch die beiden Querbalanciers, an welchen die Bremsschuhe festsitzen, weil das Gehäuse mit dem einen, die vorerwähnte Eisenstange aber mit dem anderen Querbalancier verbunden ist. Sobald das andere Ende der Röhrenleitung geöffnet wird, preßt die Spannung der Kautschukplatten die Verbindungsstangen wieder zurück, die Flüssigkeit strömt in die Behälter zurück und die Bremsen sind gelöst. Da die erzeugte Bewegung sehr gering ist, muß die Stellung der Bremsbalken je nach der Abnützung der Bremsklötze stets gut regulirt sein. Während die rasche, fast gleichzeitige Anziehung aller Bremsen eines Zuges ein Vortheil dieser Vorrichtung ist, muß es als ein Nachtheil bezeichnet werden, daß ein die sämmtlichen Räder bis zum Festklemmen derselben sich steigender Druck ausgeübt werden kann.



Arten der Kraftquellen bei den durchgehenden Bremsen.

Eine ältere, von Creamer construirte und nur vereinzelt in Nordamerika zur Verwendung gelangte Vorrichtung ist als Specimen einer mittelst einer Leine in Bewegung gesetzten Bremse erwähnenswerth. In einem an den Plattformen jedes Wagens angebrachten Gehäuse ist eine kräftige Spiralfeder enthalten, welche vor Abgang des Zuges vom Bremser durch Aufwinden gespannt wird. Die vom Locomotivführer sowohl als von jedem Punkte des Zuges erreichbare Leine bringt, wenn sie angezogen wird, die Auslösung dieser Feder und dadurch das Anziehen der Bremsen hervor. Das Loslösen der Bremsen wird durch neuerliches Aufwinden

der einzelnen Spiralfedern bewirkt, was sehr umständlich ist. Da durch Zugstrennungen die Bremse activirt wird, zählt sie zu den selbstthätigen.

Ueberblicken wir das bisher Gesagte, so ergeben sich bezüglich der Kraftquelle folgende Unterscheidungen: 1. Bremsen, von denen von einem Punkte des Wagens der Bremsdruck nach allen Rädern geleitet wird, welche mithin nur eine isolirte Kraftquelle mit langer Kraftleitung besitzen (Fig. 1) ... 2. Bremsen, bei denen für jede Bremsachse eine Kraftquelle mit kurzer Kraftleitung vorgesehen ist und deren Kraftquellen durch eine Einstellvorrichtung verbunden sind (Fig. 2) ... 3. Bremsen, bei denen jedes Rad, beziehungsweise jeder Bremsklotz eine besondere Kraftquelle hat, die Kraftleitung wegfällt, dafür aber eine längere Einstellungsverbindung vorhanden ist (Fig. 3).

Die Zugbremsen mit einer Kraftquelle unter sich sind vollkommener als die Zugbremsen mit vertheilten Kraftquellen und Einstellungsverbindungen. Die letzteren zerfallen in Gewichts- und Reibungsbremsen; diese wieder sind entweder Reibungsbremsen mit elektrischen Einstellungsverbindungen und solche mit Einstellungsverbindungen mittelst Seil und Rollen, statt deren sich ebenfalls Luftleitungen verwenden ließen.

Bleiben wir zuvörderst bei den Reibungsbremsen. Bei ihnen wird die Bremskraft aus der Bewegung des Zuges entnommen, so wird durch sie die Kraft zum Bremsen selbst gespart und es bedarf nur der Kraft zum Einstellen der Apparate, welche durch die Einstellungsverbindung von einem Punkte nach allen Bremsen fortgepflanzt wird. Je geringer diese Kraft ist, desto vollkommener ist die Zusammenhangbremse bezüglich des Kraftverbrauches. Am geeignetsten ist diese Einstellungskraft bei den als Kettenrolle ausgebildeten frei schwebenden Elektromagneten der Achard'schen Bremse, auf welche wir weiter unten bei Besprechung der elektrischen Bremsen eingehender zurückkommen.

Ein Uebelstand dieses Bremsapparates ist, daß sich die eingerückten Bremsen, so lange der Zug in Bewegung ist, also Kettenspannung und Rollenreibung in Wechselwirkung bleiben, durch Einschaltung des elektrischen Stromes nicht wieder lösen lassen und erst abgewartet werden muß, bis die Geschwindigkeit des Zuges fast ganz aufgehoben ist. Bei den Reibungsbremsen, deren Einstellungsverbindung mittelst Seil und Rollen bewirkt wird, bei denen die Einstellungskraft zur Ueberwindung eines Theiles der Schwerkraft beziehungsweise des Gewichtes des Reibungsapparates dient (Heberlein, Becker), treten bezüglich der Kraftquelle dieselben Uebelstände auf, wie bei der Achardbremse. Die Bremswirkung ist hart, daher die Abnützung der Apparate bedeutend.

Bei der Schmid'schen Schraubenradbremse mit Seileinstellung, wie auch bei neueren mit Planscheiben-Reibungsrädern versehenen Bremsen der Heberlein-Gesellschaft erleidet das vorstehend Gesagte eine Modification. Bei denselben ist es gelungen, sowohl die Einrückung der Bremse stoßfrei als auch den Bremsdruck constant zu erhalten, gleichzeitig aber auch die Kraft zur Einstellung durch das

Seil zu vermindern. Allerdings sind diese Errungenschaften z. B. bei der mehrfach in Betrieb genommenen Schmid'schen Bremse sehr theuer erkauft, und zwar durch die Einschaltung eines Schrauben- und doppelten Reibungsräderpaares nebst Federn und Gewichtshebeln zur Stoßabmilderung und Kraftbegrenzung, so daß bei derselben die Einfachheit überhaupt aufgegeben ist, ohne die Vortheile der Luftbremsen und damit ihre Verwendbarkeit auf Hauptbahnen gewonnen zu haben. Bei den Reibungsbremsen ist überdies die Wirkung unsicher, weil bei ihnen die Größe des Bremsdruckes von der Größe des Reibungsdruckes abhängt und letzterer mit dem von der Witterung und dem Material beeinflußten Reibungscoëfficienten der Reibungsrollen schwankt. Trotzdem ist die Heberlein'sche Bremse in Deutschland auf Secundärbahnen sehr verbreitet. Auf den Vollbahnen überwiegt die Carpenter-Bremse.

Bei den Gewichtsbremsen bildet die Schwerkraft eines Gewichtes die Kraftquelle, welche den Bremsdruck erzeugt; demgemäß muß durch die Einstellungsverbindung diese Schwerkraft aufgehoben werden. Dies geschieht entweder durch einen Seilrollenzug (Systeme: v. Borries, A. Rudolf) oder durch Luftleitung (Schrabertz). Diese Einstellungsverbindung kann aber auch als Kraftleitung betrachtet werden, weil durch die Aufhebung der Zugspannung im Seil das Gewicht zur Wirkung kommt. Streng genommen hätte man daher die Gewichtsbremsen unter die Zugbremsen mit einer Kraftquelle und mit Kraftleitung einzureihen; dieselben unterscheiden sich aber von den letzteren durch die Fähigkeit, die Bremskraft an jedem Fahrzeug vermitteln zu können, also dadurch, daß sie Einzelbremsen, und zwar schnellwirkende Einzelbremsen sind. Da jedoch diese Vorrichtungen der großen Wege halber, welche die Gewichte bis zum Anliegen der Bremsklötze zu machen haben und wegen der verzögerten Reibung bei der Abwickelung des Seiles (beziehungsweise bei der Kolbenbewegung des Einstellungscylinders) nicht als schnellwirkende Zugbremsen anzusehen sind, so wird sich die Anwendung derselben nur auf kurze, mit geringer Geschwindigkeit fahrende Züge beschränken.

Sollten die Gewichtsbremsen auch als schnellwirkende Zugbremsen hergestellt werden, dann müßten entweder die Gewichte eine unhandliche Größe erhalten, oder die Kraftleitung an der Einzelbremse würde so vielgliedrig und groß, daß aus ihr viele Defecte zu besorgen wären. Mithin werden die Gewichtsbremsen nur in sehr einfacher Gestalt eine vortheilhafte Verwendung finden, und zwar bei Zügen, für welche die pneumatischen Bremsen sich als zu kostspielig erweisen würden. Die Gewichtsbremsen wirken stets weniger elastisch und ihre Einstellung nimmt einen verhältnißmäßig längeren Zeitabschnitt in Anspruch. (Vgl. A. D. B.: »Die Zusammenhangbremsen für Eisenbahnzüge.«)

Resumiren wir das vorstehend Gesagte, so ergiebt sich nachfolgende Eintheilung der Bremsen: 1. Nach Art der Kraftquelle: Hand-, Gewichts-, Feder-, Reibungs-, Luftdruck-, Luftleer-, Dampf-, Wasser- und elektrische Bremsen.... 2. Nach Art der Kraftquelle: Radbremsen, Schlittenbremsen.... 3. Nach

dem Grade der Schnelligkeit des Bremsvorganges: langsam wirkende Bremsen, Schnellbremsen.... 4. Bezüglich der Veranlassung des Bremsens: Nichtselbstthätige und selbstthätige Bremsen.... 5. Nach der Masse des Arbeitsverbrauches: kraftverbrauchende Bremsen, kraftsammelnde Bremsen, und Bremsen, welche weder Kraft verbrauchen noch sammeln.... Bei den Radbremsen überhaupt sind ferner noch folgende Unterabtheilungen zu unterscheiden: Bremsen mit Bremsklötzen, Bremsen mit Bremsbinden und Bremsen mit Bremskegeln (Reibungskegeln).

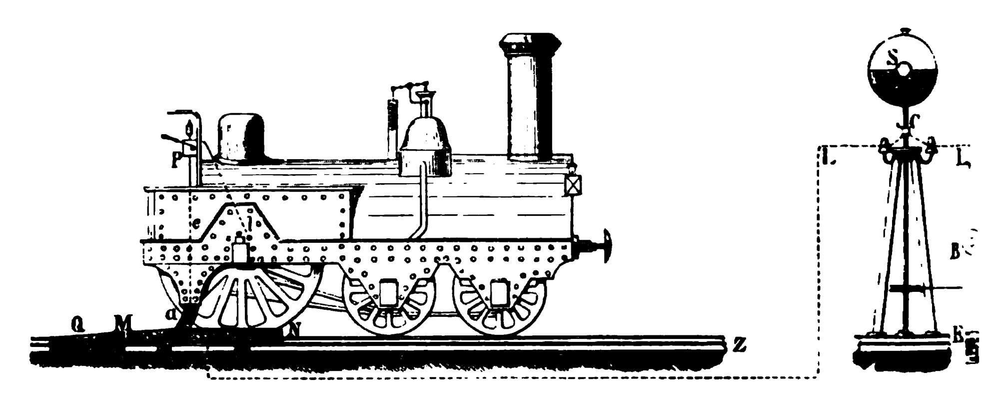
Bezüglich der Art der Kraftquelle hätten wir nur noch die elektrischen Bremsen zu besprechen. Es wurde bereits früher einmal darauf hingewiesen (vgl. Seite 22), daß von berufener Seite die bestimmte Anschauung vertreten wird: die elektrischen Bremsen würden so lange eine wenig aussichtsreiche Zukunft haben, als man mit den im Großen und Ganzen völlig entsprechenden Luftdruck- oder Saugbremsen das Auslangen finden werde. Nur für den Fall, daß die elektrischen Systeme sowohl in Bezug der Bremskraft als rücksichtlich des Kostenpunktes den bestehenden Einrichtungen nahekommen oder vollends übertreffen sollten, würden die Aussichten der ersteren sich günstiger gestalten. Wir wollen nun die geschichtliche Entwickelung und die bemerkenswerthesten Systeme von elektrischen Eisenbahnbremsen besprechen, wobei wir uns an die übersichtliche Darstellung L. Kohlfürst's (»Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen«) halten.

Der erste Vorschlag zur Anwendung der Elektricität für Zugsbremsen scheint 1851 von Amberger gemacht worden zu sein. Später (1853) hat sich Maigrot eine derartige Vorrichtung patentiren lassen. Seit einer langen Reihe von Jahren beschäftigt sich A. Achard mit der Construction elektrischer Bremsen. Bevor wir auf die Versuche nach dieser Richtung eingehen, muß zur allgemeinen Orientirung über das Wesen der elektrischen Bremsen eine Erklärung vorausgeschickt werden. Die auszunützende elektrische Kraft kann nämlich nach drei Richtungen erfolgen: entweder sind es verschiedene andere Bahneinrichtungen (z. B. Signalvorrichtungen), welche mit Hilfe elektrischer Ströme unter gewissen Umständen von außen her auf die vorhandene mechanische (pneumatische) Zugbremse dahin einwirken, daß diese automatisch thätig gemacht wird; oder es dient der elektrische Strom am Zuge selbst mittelbar zur Wirksammachung der mechanischen oder pneumatischen Bremsen; oder endlich, es wird direct durch in Kraft umgewandelte Elektricität gebremst.

Ein Beispiel der ersten Gattung ist eine auf der französischen Nordbahn eingeführte Ausnützung ihrer mit den Stationsdeckungssignalen verbundenen sogenannten »Krokodilcontacte«. Die letztere Einrichtung besteht — wie wir später sehen werden — darin, daß durch Contact einer an der Locomotive befestigten Drahtbürste mit einem neben der Schiene angebrachten Leitungstücke, über welche erstere dahinstreicht, ein Stromschluß erfolgt, der die Dampfpfeife auf der Locomotive zum Ertönen bringt (System Lartigue). An Stelle der Dampfpfeife, oder neben derselben wird nun seit der ausgedehnteren Anwendung der Smith'schen Vacuumbremse bei den Zügen der genannten Bahn ein Apparat benützt, welcher in dem

Fall, als das Signal auf »Halt« steht, beim Befahren des Krokodils auch die Bremse automatisch auslöst.

Diese von Delebecque und Banderodi construirte Vorrichtung (S. 461) besteht aus einem an der Locomotive festgeschraubten Blechkästchen (K), in welchem ein sehr kräftiger Hughes'scher Elektromagnet angebracht ist. Die aus weichem Eisen bestehenden Polenden (m) des kräftigen Stahlmagnetes (M) sind von Drahtspulen umgeben; das eine Ende der Bewickelung ist an die Leine L (zur Metallbürste der Locomotive und zur Intercommunications-Signalleitung), das andere an die Kastenwand (zur Erde) angeschlossen. Der Anker A, dessen um y drehbarer Traghebel durch ein Gelenk (x) mit der in Führungen laufenden Stange S in Verbindung steht, bleibt normal angezogen, obwohl die um S gewundene kräftige Spiralfeder F, die Stange nach aufwärts drückend, den Anker A abzureißen strebt.



Lartigue'scher »Crocodilcontact«.

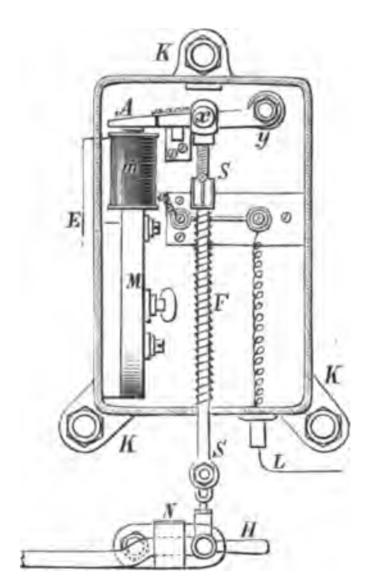
S steht am unteren Ende wieder durch ein Gelenk mit dem in der Figur nur angedeuteten Injectorhebel N der Vacuumbremse in passender Verbindung. Gelangt ein Strom durch m von einer Richtung, welche der Polarität des Magnetes entgegengesetzt ist, so erfolgt eine Schwächung, oder bei entsprechender Stromstärke die völlige Aufhebung der in m vorhandenen magnetischen Kraft; die Feder F kann wirksam werden, reißt den Anker ab und hebt also die Stange S, d. h. den Hebel des Injectors (beziehungsweise den Hahn des zum Injector der Bremse führenden Dampfrohres), wodurch die Vacuumbremse in Thätigkeit tritt. Durch Niederdrücken des Handgriffes H stellt der Maschinenführer, sobald die Bremse nicht mehr wirksam sein soll, die Stange S und damit den Anker A in die Normallage zurück.

Die elektrische Auslösung der Vacuumbremse ist — wie L. Kohlfürst mit Recht hervorhebt — wohl die denkbar wirksamste Form, da sie Befehl und Vollzug vereinigt. Die Vorrichtung ist übrigens derart mit der Intercommunications-Signaleinrichtung der Züge in Zusammenhang gebracht, daß es auch dem Zug-

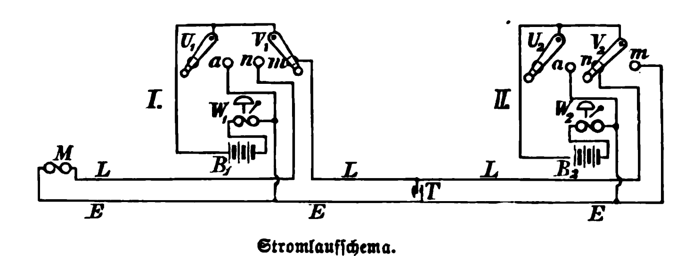
führer möglich wird, im Bedarfsfalle und nach seinem Ermessen die Zugsbremse in Wirksamkeit zu setzen.

Die diesfällige Verbindung mit dem bei den Personenzügen der Französischen Nordbahn durchweg eingeführten Prudhomme'schen Intercommunicationssignal erläutert das Stromlaufschema in untenstehender Figur.

Die für den Zweck des Hilfssignales den Zug entlang laufende Leitung L ist mit den von der Dampfpfeife oder dem Bremsauslösungsapparat M kom[illegible] Leitung (L in nebenstehender Abbildung die auch zur Metallbürste der Locomotive geht) gekuppelt. Die Rückleitung E bilden bekanntlich die Eisentheile der Wagen und der Maschine, sowie die Bahnschienen. Die Schaltung im ersten Conducteurwagen, dem gewöhnlichen Aufenthalte des Zugführers, versinnlicht in der beigefügten Figur die Gruppe I, jene im letzten Conducteurwagen des Zuges die Gruppe II; zwischen I und II befinden sich die Personenwagen. Die beiden gleich starken Batterien B_1 und B_2 sind für gewöhnlich im entgegengesetzten Sinne in die Leitung L E geschaltet. Drückt ein Fahrgast den Taster T — deren natürlich so viele in der Linie vorhanden sind, als Personencoupés im Zuge — so bringt er L mit E in Verbindung; die Wecker W im ersten und letzten Wagen des Zuges werden in diesem Falle läuten, und zwar so lange, bis der benützte Taster vom Zugführer wieder zurückgestellt wird. Will aber einer der Conducteure, z. B. in I, die Weckereinrichtung zur gegenseitigen Verständigung benützen, so bringt er die Kurbel seines Umschalters U_1 auf den Contact a, um seine Batterie B_1 kurz zu schließen. Ein zweiter in beiden Conducteurwagen befindlicher Umschalter V muß im ersten Wagen hinter der Maschine mit seiner Kurbel auf m, im letzten Wagen des Zuges auf n gelegt sein.



Delebecque's Apparat.



Stromlaufschema.

Der im ersten Wagen sich aufhaltende Zugführer kann, wie man sieht, mit V_1, indem er die Kurbel dieses Umschalters auf n umstellt, die Dampfpfeife beziehungsweise die Zugsbremse ꝛc. thätig machen.

Zur zweiten Gattung von elektrischen Bremseinrichtungen zählen vorerst jene Anordnungen, welche den Zweck haben, die Luftdruckbremsen verschiedenen Systems für lange Güterzüge anwendbar zu machen. Das Westinghouse'sche Ventil wird durch Verminderung des Druckes im Luftrohre auf dem Zuge in Thätigkeit gesetzt. Wenn nun die Luft blos durch eine einzige Oeffnung entweichen kann, nämlich durch das Ventil an der Locomotive, so tritt der Druck am vorderen Zugende früher ein als am hinteren, und die Bremsen werden nach rückwärts erst nach und nach an den einzelnen Wagen wirksam. Deshalb war Westinghouse vorübergehend bestrebt, mit Hilfe der Elektricität eine raschere Wirkung zu erzielen, doch machte die Erfindung des rasch wirkenden Ventils späterhin das elektrische Arrangement wieder überflüssig.

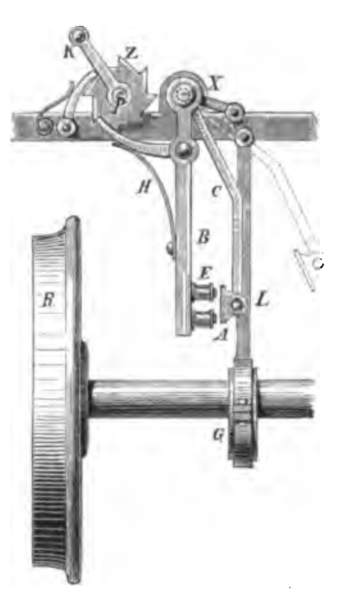
Westinghouse hatte in angemessenen Abständen an der Röhre auf dem Zuge drei Entleerungsventile angeordnet, welche, wenn die Bremse wirksam werden sollte, durch einen innerhalb der Röhre zugeführten elektrischen Strom geöffnet wurden. Die 1887 angestellten Versuche zeigten, daß die selbstthätige Bremse ebenso sicher mit der elektrischen Anordnung wirke, als ohne dieselbe. Aber die Bremsen konnten nur mit ihrer Hilfe außer Thätigkeit gesetzt werden und man lief daher Gefahr, daß, wenn der Stromkreis durch eine zufällige Ableitung geschlossen würde, die Bremsen zu wirken beginnen und nicht wieder unwirksam gemacht werden könnten. Eine weitere Schwierigkeit lag darin, daß die elektrisch zu öffnenden Ventile gleichmäßig über den Zug vertheilt werden sollten.

Aehnliche Auslösungsvorrichtungen wurden auch von Eames und von Carpenter benützt. Die erstere dieser Anordnungen, die sogenannte »Eames-Bremse«, unterscheidet sich von der bisher unter demselben Namen bekannt gewesenen dadurch, daß der Luft der Eintritt in das Rohr auf dem Zuge zum Zwecke der Anwendung der Bremse durch ein elektrisches Oeffnen eines Ventils auf jedem Wagen gestattet wird und nicht blos durch ein einziges Ventil auf der Locomotive; als Elektricitätsquelle wird eine auf der Locomotive untergebrachte Dynamomaschine verwendet, die in dem Augenblicke in Gang gesetzt wird, wo die Bremsung erforderlich wird.

Bei der Carpenter-Bremse besteht jeder Vertheiler aus zwei Ventilen. Das erste kann durch Elektricität oder durch Luft aus dem Rohre auf dem Zuge zur Wirkung gebracht werden und legt die Bremsschuhe an, indem es der verdichteten Luft den Zutritt aus dem Hilfsbehälter zu dem Bremscylinder ermöglicht. Das zweite wird blos durch Elektricität in Thätigkeit gesetzt und macht die Bremse wieder unthätig. Den Strom liefert eine Julien-Batterie auf der Locomotive. Als Leiter dienen zwei isolirte Drähte, die Rückleitung bildet das Rohr auf der Locomotive.

Eine andere Gruppe von mittelbar elektrisch wirkenden Bremsen benützt die Elektricität zur Auslösung von mechanischen Anordnungen, welche erst die eigentliche Bremsarbeit zu verrichten haben. Der älteste und ausgestaltetste Repräsentant

davon ist die Achard'sche Bremse. Dieses System hat vielfache Modificationen erfahren. Die erste Constructionsform ist untenstehend abgebildet. Bei jedem Bremswagen sollte auf einer Wagenachse ein Excenter G angebracht sein, das bei den Umdrehungen den um eine feste Achse X drehbaren, mit dem Arm C verbundenen Kniehebel L auf- und abbewegte, wodurch C von der vollgezeichneten Lage in die gestrichelte und dann wieder in die erstere zurück hin- und herbewegt wurde. An C war der Eisenanker A befestigt; gleichfalls an der Achse A, jedoch nur lose aufgesteckt, befand sich ein Arm B, der durch sein Eigengewicht unter normalen Verhältnissen senkrecht herunterhing. Auf diesem Arm saß der Elektromagnet E, zu dem die längs des ganzen Zuges geführte Leitung, welche im ersten Conducteurwagen eine Batterie passirte, anschloß.



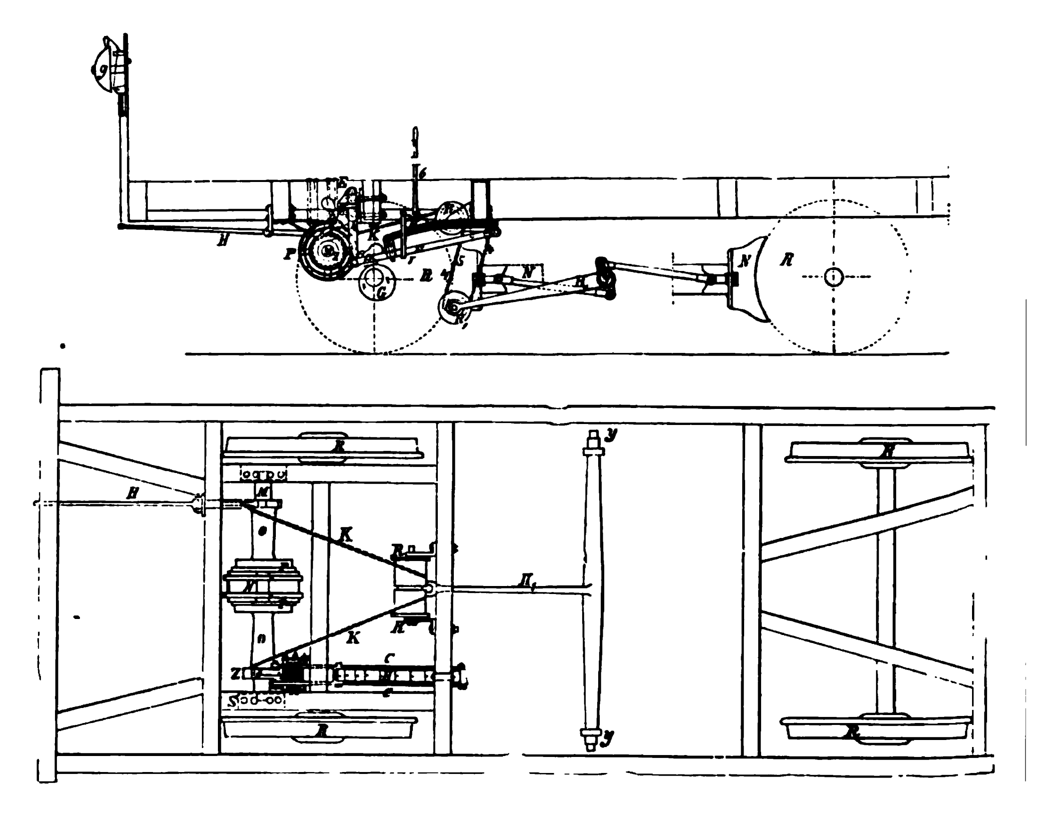
Achard'sche elektrische Bremse älteren Systems.

So lange kein Strom den Elektromagnet durchfloß und der Zug sich in Bewegung befand, ging C einfach in besagter Weise hin und her. Kam jedoch der Strom in die Leitung, so wurde vermöge der magnetischen Anziehung zwischen A und E der Arm B genöthigt, die Bewegungen des Armes C mitzumachen, wobei der auf B sitzende Sperriegel bei jeder Umdrehung des Wagenrades, beziehungsweise des Excenters G, das Sperrad Z von Zahn zu Zahn weiterschob. Auf der Zahnradachse P war eine Kette befestigt, welche durch die Drehungen des Rades Z auf P aufgewickelt, d. i. verkürzt wurde und dadurch die Bremsbacken an die Wagenräder drückte, also den Wagen bremste.

Hierbei ergab sich der mißliche Umstand, daß in Fällen, wo der Zug nach erfolgter Auslösung der Bremse vermöge seiner gehabten Geschwindigkeit und der gegebenen Gefällsverhältnisse noch eine Strecke weiterfuhr, die Achse P des Rades Z so weit gedreht wurde, beziehungsweise die Ketten so viel aufgewickelt wurden, daß entweder diese letzteren oder andere Theile des Apparates zerreißen mußten. Um dies zu verhüten, verband Achard die Bremsketten nicht direct mit der erwähnten Achse, sondern gab der Vorrichtung die in den Abbildungen auf Seite 464 dargestellte Anordnung. Statt einer Leitung sind zwei Leitungen vorhanden, welche die Eisentheile der Wagen und die Schienen oder einen besonderen Draht als gemeinschaftliche Rückleitung haben. Die eine Leitung verbindet die Elektromagnete der Auslösungsvorrichtungen sämmtlicher Fahrzeuge des Zuges und ist vom Ruhestrom durchflossen. Sobald dieser Strom unterbrochen wird, sei es durch einen der Zugbeamten, sei es durch einen Fahrgast, fällt an jeder Vorrichtung des Zuges das von dem vierfachen Elektromagneten E bis dahin festgehaltene Schienen-

(Anker-) paar A ab und damit der Hebel C auf das an der Wagenachse angebrachte Excenter G, welches nun bei jeder ferneren Umdrehung der Wagenachse durch den in das Zahnrad Z eingreifenden Sperrkegel K dieses Rad und die damit fest verbundene Achse M um eine Zahnbreite weiter dreht.

Die Achse M wirkt durch aufgesetzte Daumen auf den Hebel H und macht hierdurch eine Allarmglocke g thätig. Die über Rollen r r_1 geführten Bremsketten werden aber noch nicht angezogen, weil sie an gußeisernen Muffen O befestigt sind,



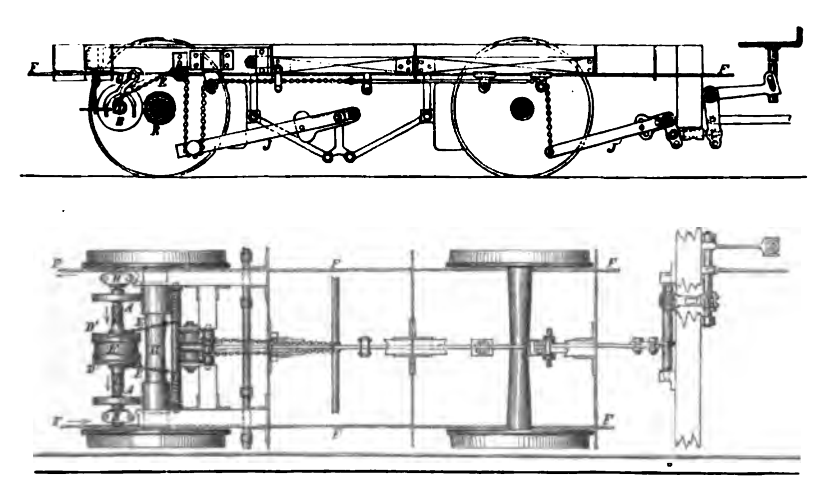
Achard'sche elektrische Bremse älteren Systems.

die auf der Achse M nicht festsitzen, sondern leer laufen. Erst wenn der Locomotivführer, welcher am Tender einen Commutator hat, auf Grund des Allarmsignales durch Umstellen seines Wechsels den Batteriestrom durch die vorbesagte zweite Linie (die sonst stromleer ist) sendet, erfolgt das Bremsen. Die zweite Linie ist nämlich durch zwei kräftige Elektromagnetpaare geführt, welche auf der Achse M bei N festgekeilt sind und sich mit M drehen. Werden sie durch den durchgehenden Strom magnetisch gemacht, so wirken sie auf die knapp gegenüberliegenden, scheibenförmigen Muffenenden P als Mitnehmer und nunmehr wickeln sich die Bremsketten O auf.

heben dabei den Hebel H_1 und pressen die Backen N an die Räder R. Sobald der Strom in dieser zweiten Linie wieder durch Zurückstellen des Comutators unterbrochen wird, werden auch die Muffen wieder losgelassen und die Ketten wickeln sich vermöge des von H_1 ausgeübten Gegendruckes wieder ab.

Aus der hier beschriebenen Einrichtung ergiebt sich, daß durch sie zwar die Auslösung des Allarmsignales und die Vorbereitung zum Bremsen von allen Zugbegleitern und den Fahrgästen bewerkstelligt, das Bremsen jedoch nur vom Maschinenführer vorgenommen werden kann.

Später gab Achard seinem Bremsapparat eine Anordnung, welche aus der untenstehenden Abbildung zu ersehen ist. Sie besteht darin, daß die Welle, welche beim Bremsen die Kette aufzuwinden hat, nicht durch die oben beschriebene elektrisch



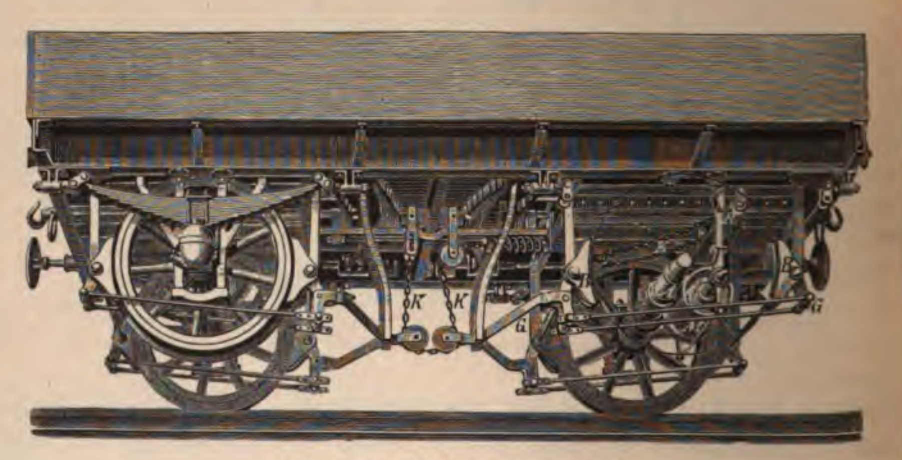
Verbesserte Anordnung der Achard'schen Bremse.

auslösbare Hebelvorrichtung, sondern unmittelbar durch die Wagenradachse, lediglich durch die Vermittelung der zwei Frictionsscheiben A A (in der zweiten Figur), die auf der Achse H H festsitzen, gedreht wird. Die Achse ist also in beständiger Umdrehung, so lange eben der Zug fährt. Die Bremskette wird aber hierbei nicht aufgewickelt, so lange nicht die lose auf A gesteckten zwei Muffen D D durch den zwischen den scheibenförmigen Muffenenden D' D' auf A festgekeilten vierfachen Elektromagnet E angezogen beziehungsweise mitgenommen werden. Es ist nur eine Hin- und Rückleitung nöthig. Ein in diese Linie geschalteter gewöhnlicher Stromschließer (Kurbelumschalter) ist behufs der Stromentsendung entweder auf der Locomotive oder im Coupé des Gepäckswagens vorhanden. Achard benützt eine Batterie aus vier Planté'schen Elementen, die jedes durch drei Meidinger-Elemente geladen werden.

In ihrer letzten Modification hat die Achard'sche Bremse die aus der nächstfolgenden Abbildung zu ersehende Einrichtung erhalten. Unterhalb des Wagen-

bodens sind am Gestelle im Gelenke befestigte Träger T angebracht, welche durch eine Achse c c' (in der ersten Figur), auf welcher der Elektromagnet festsitzt, verbunden sind. Die Achse c c' liegt zur Räderachse A (in der zweiten Figur) parallel und der Elektromagnet M schwebt also frei gegenüber der Radachse A. Seine beiden Polstücke f und f' (in der ersten Figur) legen sich, wenn ein Strom durch die Drahtspule des Elektromagnetes gesendet wird, wie Reibungsrollen an zwei auf der Achse A angebrachte, gleichsam als Anker dienende, eiserne Ringe. Zufolge der zwischen den Ringen und den Elektromagnetpolen vorhandenen Reibung





Achard'sche elektrische Bremse neuen Systems.

und magnetischen Anziehung wird der Magnet sammt seiner Achse c c' (in der ersten Figur) von der Wagenachse mitgenommen und die auf diese Art in Drehung versetzte Achse c c' wickelt eine Kette K (in der zweiten Figur) auf, durch welche das Bremsgestänge angezogen wird. Die schließliche Spannung der Kette K und die Geschwindigkeit, mit welcher die Achse c c' umläuft, hängt von der Stromstärke ab, welche der Locomotivführer nach seinem Ermessen reguliren kann.

Wir wollen nun noch einige Constructionen hier nach der Zusammenstellung von L. Kohlfürst (»Fortentwickelung der elektrischen Eisenbahneinrichtungen«) kurz besprechen. ... Auf der Französischen Nordbahn wurden 1886 Versuche mit der sogenannten »Parkbremse« vorgenommen, die aber bald wieder aufgegeben

wurden, weil der mechanische Theil dieser Anordnung sich nicht als zweckdienlich erwies; desgleichen wurde eine von Card construirte, in Amerika versuchte elektrische Bremsvorrichtung, welche mittelst zweier Speichenbatterien betrieben werden sollte, gleich wieder fallen gelassen.

Eine von Duwelius herrührende, unter dem Namen »Waldumerbremse« bekannt gewordene Construction ist im September 1887 auf der Cincinati-Washington-Baltimorebahn probirt worden. Eine Reihendynamo, welche von einer den Dampf dem Locomotivkessel entnehmenden Dreicylindermaschine getrieben wird, liefert den Strom. Der Locomotivführer handhabt die Bremse mittelst eines Umschalters. Stellt er den Umschalterhebel auf die Mitte seines Weges, so entsendet er einen Strom, welcher die Ketten anzieht und die Bremsbalken anlegt. Wird der Hebel bis ans Ende geführt, so bleibt die Bremse bei der gewöhnlichen Geschwindigkeit der Dynamo wirksam. Der Druck in der Bremse kann vergrößert werden, indem man das Dampfventil weiter öffnet und dadurch die Geschwindigkeit der Dynamo und die elektromotorische Kraft des Stromes vergrößert.

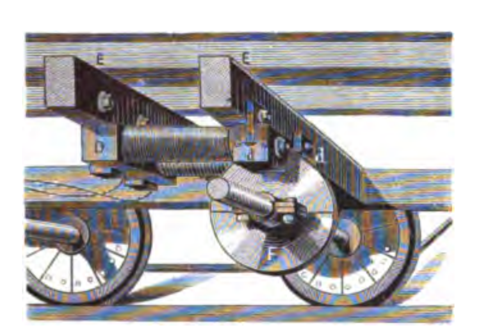
Unter jedem Wagen liegt eine wagrechte Welle, welche den Kern eines in eine Trommel eingeschlossenen Elektromagnetes bildet. Einerseits trägt die Trommel ein Rad, welches durch eine endlose Kette mit einer als Trommel für die Bremskette dienenden Hilfswelle verbunden ist. Anderseits trägt die Welle des Elektromagnetes ein Rad, das auf sie mittelst einer endlosen Kette von einer Achse aus eine beständige Drehung überträgt. Wird ein Strom durch den Elektromagnet gesendet, so wirken seine Pole auf innerhalb der Trommel angebrachte parallele Eisenstäbe anziehend, und zufolge der so hervorgebrachten Reibung muß die Trommel an der Drehung des Elektromagnetes Theil nehmen. Hört der Strom auf, so fällt die Bremse ab, da die Verbindung sich löst. Es ist nur ein Leiter vorhanden, die Elektromagnete sind parallel geschaltet und die Rückleitung erfolgt durch die Räder und Schienen; der isolirte Leiter hat Kuppelungen gleich einer Luftbremse. Die Bremse wird selbstthätig, wenn man im letzten Wagen noch einen zweiten Stromerzeuger unterbringt, der von der Achse getrieben wird. So lange Alles in Ordnung ist, wird diese Dynamo durch ein Relais außer Thätigkeit gehalten; beim Auftreten eines Fehlers im Leiter, sei es in Folge mangelhafter Isolirung oder beim Zerreißen des Zuges, wird die Dynamo an den Leiter gelegt und die Bremse in Thätigkeit gesetzt.

Große Kraftäußerungen der Elektricität verlangen die Bremssysteme von S. v. Sawiczenski, William Siemens & Boothby und Marcel Deprez. Der Erstgenannte läßt Elektromagnete unmittelbar bremsend auf die Radkränze, ähnlich wie gewöhnliche Bremsbalken, wirken; die angestellten Versuche ergaben keine günstigen Resultate. Siemens und Boothby bringen unter jedem Bremswagen eine secundäre Dynamomaschine an, auf deren Rotationsachse eine Schraube ohne Ende sitzt, die in einen Zahnbogen eingreift und diesen je nach der Rotationsrichtung der Dynamomaschine nach vorwärts oder rückwärts dreht. Auf der Achse

des Zahnsegmentes sind die Hebel festgekeilt, welche das Bremsgestänge mit den gewöhnlichen Bremsbacken festziehen oder lüften, je nachdem der Zahnbogen hinüber oder herüber bewegt wird.

Auf der Locomotive befand sich die primäre Dynamomaschine und ein Umschalter, mit welchem der Locomotivführer die Richtung des entsendeten Stromes umkehren konnte und es sonach in der Hand hatte, die Bremsen anzuziehen und zu lüften.

Von der dritten Art elektrischer Bremsen, nämlich solcher, bei welchen die Elektricität direct wirkt (vergleiche vorstehend: System Sawiczenski), dürfte ein von Edison stammendes höchst einfaches Project wohl das älteste sein. Es sollte, wie die nebenstehende Abbildung veranschaulicht, auf einer Radachse des Wagens in der Mitte zwischen den beiden Rädern eine Kupferscheibe F befestigt werden, die zwischen den nahe einander gegenüberstehenden Polen d eines kräftigen Elektromagneten rotirt, so lange der Zug sich in Bewegung befindet, beziehungsweise so lange die Räder des Bremswagens sich drehen. Schickt der Locomotivführer die Ströme eines auf der Locomotive aufgestellten Generators durch den Bremselektromagnet, so erzeugen sich in der rotirenden Kupferscheibe Foucault'sche Ströme. Die hierdurch auf die Scheibenachse, also auf die Radachse des Wagens ausgeübte Bremswirkung ist ziemlich nennenswerth, so lange der Zug in rascher Bewegung ist, schwächt sich aber mit der Verminderung der Zugsgeschwindigkeit so sehr, daß sehr bald jede erfolgreiche Wirkung aufhört. Es müßte also neben dieser Bremse noch eine zweite vorhanden sein, welcher der hervorgehobene Uebelstand nicht anhaftet.



Edison's elektrische Bremse.

Dritter Abschnitt.



Die Stationen und das Signalwesen.



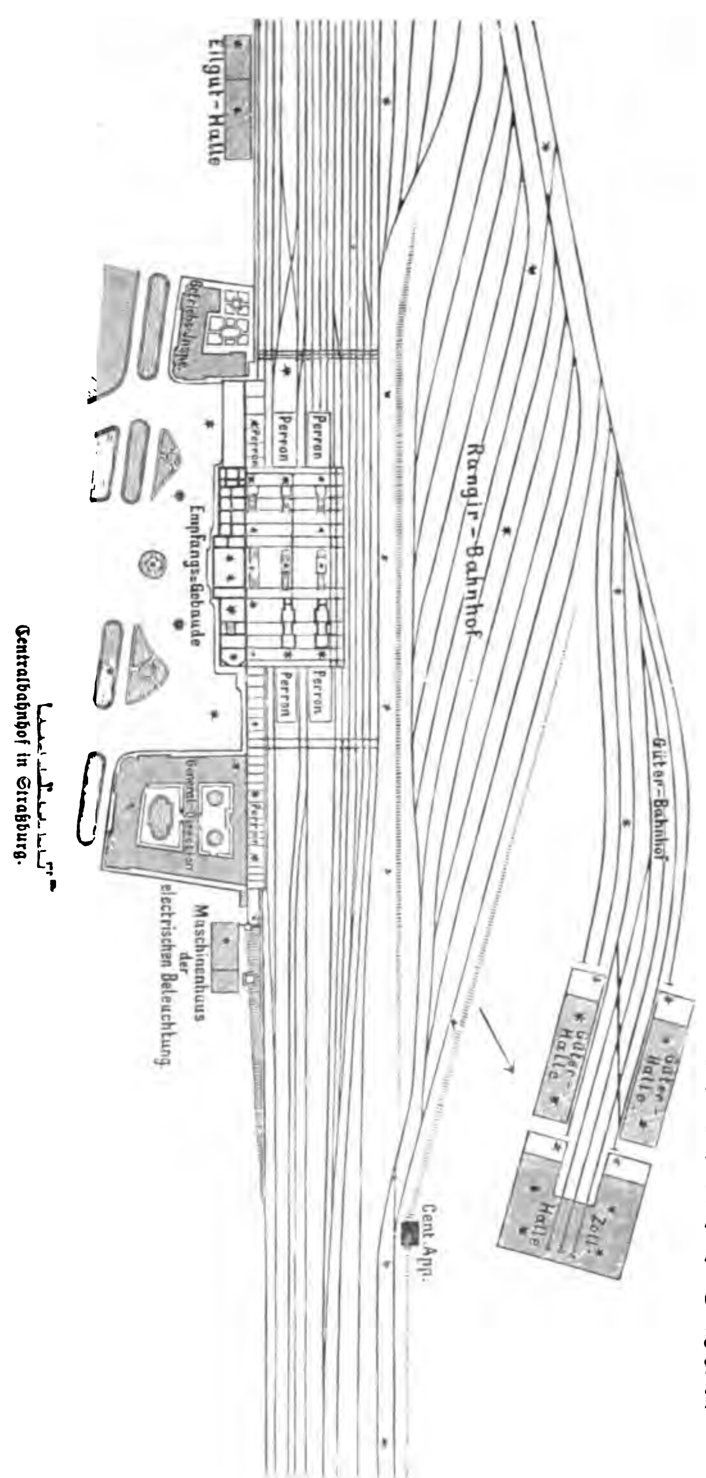
Die Stationen und das Signalwesen.

1. Die Bahnhofsanlagen.

Die Bahnhöfe (oder Stationen) sind diejenigen Punkte einer Eisenbahnlinie, von denen der Verkehr mit allen seinen technischen, executiven und administrativen Manipulationen ausgeht, beziehungsweise an denen er Sammelstätten findet, an welchen Betrieb und öffentliches Leben in wechselseitige Beziehungen treten. Da die letzteren sich nach den betreffenden Oertlichkeiten richten, welche von einer Bahnlinie berührt werden und demnach bald auf ein sehr lebhaftes, bald sehr geringes Maß herabgedrückt sind, stufen sich Bedeutung und Rang, den die Stationen einnehmen, nach localen Verhältnissen ab. Große Städte und hervorragende Verkehrsmittelpunkte erhalten dann entsprechend großartige Bahnhofsanlagen mit monumentalen Baulichkeiten und allen nothwendigen Einrichtungen, welche zur Bewältigung eines lebhaften Verkehrs dienen, wogegen minder bedeutende Stationen sich mit bescheideneren Mitteln behelfen müssen, welche in den einfachen Haltepunkten (Haltestellen) schließlich die größtmöglichste Beschränkung erfahren, indem häufig nur ein Wächterhaus für die Abfertigung der aus- und einsteigenden Reisenden zur Verfügung steht.

Je größer die Station ist, desto vielgestaltiger sind die Elemente, aus welchen sie sich zusammensetzt. Bei sehr großen Stationen findet eine völlige Trennung der Verkehrs- und Betriebsmanipulationen rücksichtlich des Personen- und Güterverkehrs statt, wozu noch besondere Bahnhofsräume kommen, welche ausschließlich der Zusammenstellung der abgehenden Züge, beziehungsweise der Auflösung der angekommenen Züge dienen. Schließlich pflegt man auch, wo die Bedürfnisse es erheischen, dem rein mechanisch-technischen Dienste eine besondere Arbeitsstätte anzuweisen.

Daß alle diese Abtheilungen durch Geleise miteinander verbunden sind, versteht sich von selbst. Man unterscheidet demgemäß: Personen- und Güterbahnhöfe,



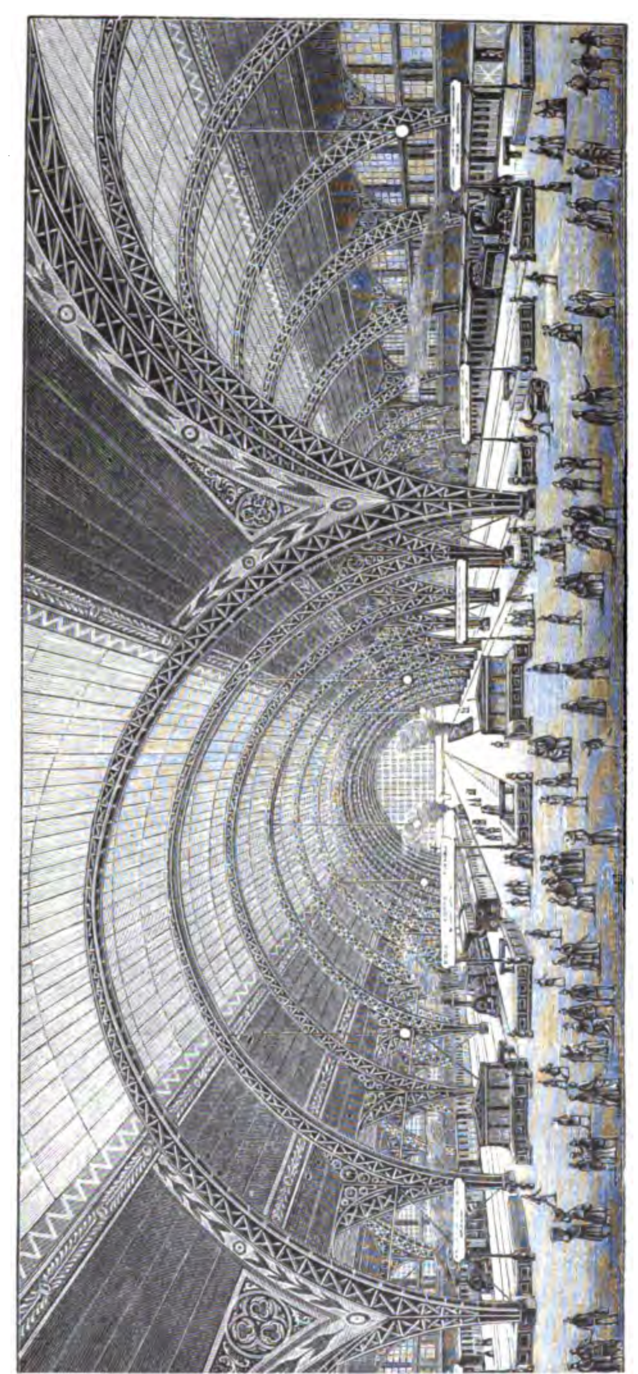
Centralbahnhof in Straßburg.

Rangir- und Werkstättenbahnhöfe.

Die Trennung des Personenverkehrs vom Güterverkehr ist eine der wichtigsten Anordnungen auf großen Stationen. Das Zusammenlegen derselben ist daher ein Fehler, mit dem theils Störungen im regelmäßigen und glatten Betriebe, theils Gefahren für das Stationspersonale und die Reisenden verbunden sind. Am consequentesten durchgeführt ist dieser Fehler auf vielen Zwischenstationen der continentalen Bahnen, wogegen in England, Frankreich und Amerika die Trennung beider Verkehre, wenn es nur immer angeht, streng durchgeführt ist. Dort betreten die Reisenden die Geleise, auf welchen die Personenzüge kommen und gehen, und schieben sich auch mehrere für den Güterdienst bestimmte Geleise zwischen hinein, so daß eingefahrene Güterzüge häufig getheilt werden müssen, um den Reisenden den Zu-

und Abgang von den Personenzügen zu ermöglichen. Besonders bedenklich wird dieser Zustand bei Nacht und Nebel, Schneegestöber und Regenstürmen, und erstreckt sich diese Gefahr zugleich auf das Zugbegleitungs- und Stationspersonale, welches zwischen den Wagencolonnen sich bewegt, die Geleise überschreitet oder auf sonstigen Gefahrspunkten sich aufhält.

Die Wurzel dieses Uebels liegt in der Anwendung gedeckter Güterwagen und der dadurch bedingten Anlage der Stationen und ihrer Manipulations-Hilfsmittel. Mißverstandene Oekonomie führte hier zur Zusammenlegung der Personen- und Güterbahnhöfe und unglückliche Verallgemeinerung der Consequenzen einiger in der Jugend des Eisenbahnwesens durch falsche Stellung von Drehscheiben vorgekommener Unfälle, zur Verbannung dieser nützlichen Betriebsvorrichtungen aus dem Programm unserer



Personenhalle des Centralbahnhofes in Frankfurt a. M.

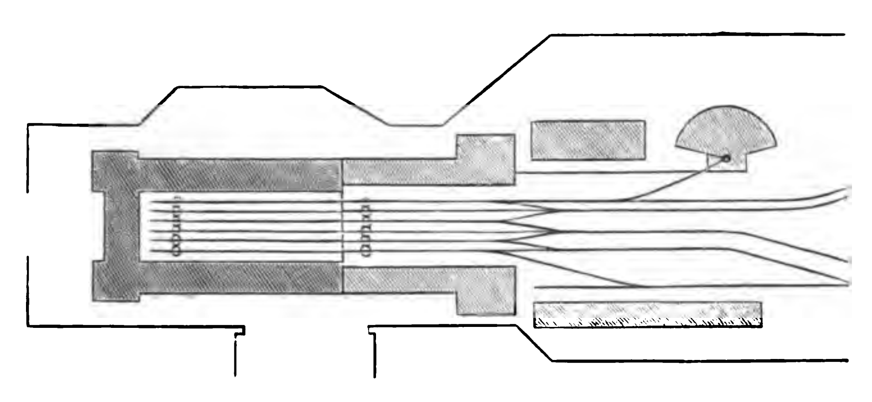
Stationsconstructeure. Der geschlossene Güterwagen verbittert, im Gegensatze zu dem in Frankreich, England u. s. w. gebräuchlichen, mit beweglicher Decke versehenen Güterwagen, durch seinen festen Dachverschluß und sein Volumen die Anwendung aller jener wirksamen mechanischen Hilfsmittel zum Beladen und Entladen, Verschieben, Heben und Senken, Hin- und Herbewegen der Fahrzeuge und somit auch aller jener ausgiebigen Manipulationsformen des Güterverkehrs, durch welche unsere westlichen Nachbarn, insbesondere die Engländer, denselben auf so kleinen, aber unglaublich leistungfähigen Stationen, durch sehr wenige aber vortrefflich geschulte Hände bewältigen. Die Handarbeit fällt hierbei fast ganz weg und werden kolossale Massen in für hierortige Betriebsanschauungen unbegreiflich kurzer Zeit und mit geringer Gefahr für das Personale behandelt.

Bleiben wir zunächst bei den Personenbahnhöfen. Man unterscheidet zwei Hauptformen der baulichen Anlage, nämlich Kopfstationen und Langstationen. Die erstere Anlage ist nur bei großen End- oder Kreuzungsstationen möglich, da sie zum förmlichen Abschluß einer Anzahl »todtlaufender« Geleise führt, indem das Hauptgebäude quer zu den Geleisachsen aufgeführt ist. Diese Anordnung ist indes nicht die einzige. Vielfach befindet sich am Ende der todtlaufenden Geleise kein Gebäude, wohl aber getrennte Baulichkeiten zu beiden Seiten der Geleise, welche in der Regel durch ein Hallendach (oder mehrere Hallendächer) überspannt sind. Die Baulichkeiten auf der einen Seite der Geleise sind dem Abfahrtsdienst, diejenigen auf der entgegengesetzten Seite dem Ankunftsdienst zugewiesen. Schließlich kann die Anordnung auch so getroffen sein, daß das Hauptgebäude die Mitte einnimmt und die Geleise zu beiden Seiten des ersteren laufen. Die eine Geleisgruppe dient alsdann für die abfahrenden, die andere für die ankommenden Züge.

Die Langstationen haben das Hauptgebäude zur Seite der Geleise stehen, doch erhalten die großen Anlagen dieser Art gleichwohl getrennte Abfahrts- und Ankunftsräume mit den dazugehörigen Perrons. Man verlegt diese Theile in der Regel auf die Flügel des Hauptgebäudes, während in der Mitte die Bureaus, Warteräume u. s. w. untergebracht sind. Bei kleineren Stationen ist diese Trennung der Raumökonomie wegen nicht durchgeführt. Das kleine Bahnhofsgebäude enthält getrennte Räume für das Bureau, mit dem häufig auch die Gepäcksabfertigung verbunden ist, und für den Aufenthalt der Reisenden. Das Vestibul fehlt, wird aber hin und wieder durch eine kleine, offene Halle, welche zugleich im Sommer als Warteraum dient, ersetzt. Die Anordnungen sind übrigens je nach den Bedürfnissen der betreffenden Stationen und deren Rang so verschieden, daß sich eine Type von einem solchen kleinen Bahnhofe nicht gut aufstellen läßt.

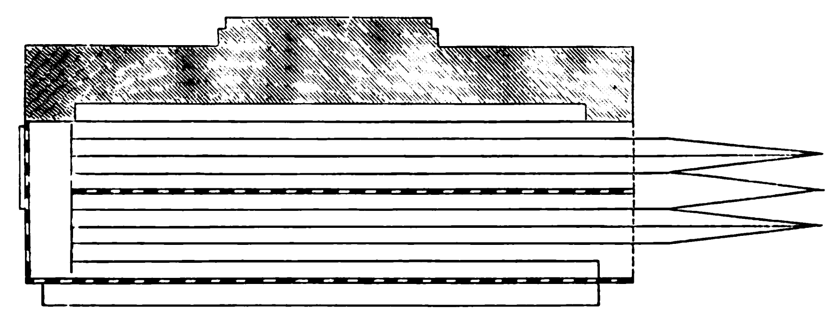
Die großen Bahnhöfe, seien sie nun Kopf- oder Langstationen, zeigen mitunter, insbesondere in den Hauptstädten, einen großen Aufwand von baulichen Constructionen, indem das meist mehrstöckige Aufnahmsgebäude zugleich als Verwaltungsgebäude dient. Mit decorativen Prunk wird nicht immer Maß gehalten.

Es sind wahre Paläste, deren Bestimmung man beim Anblick von außen nicht ohne weiteres erkennt. Luxuriöse, mit Fresken, Marmortreppen und Säulen geschmückte Vestibuls nehmen die Reisenden auf; weitläufige, meist mit förmlichen Restaurants verbundene Warteräume bieten das Größtmögliche an Bequemlichkeit. Alle für die dienstlichen Manipulationen bestimmten Räumlichkeiten sind möglichst



Kopfstation und Frontgebäude.

vortheilhaft angeordnet, mit getrennten Schaltern für den Local- und Fernverkehr, mit Cabineten für Geldwechsler, Zeitungs- und Bücherverkäufer, Victualienhändler u. s. w. Als störend für den Betrieb erweist sich übrigens der Umstand, daß die Bahnhofs-Restaurationen in großen Städten einen beliebten Sammelpunkt der



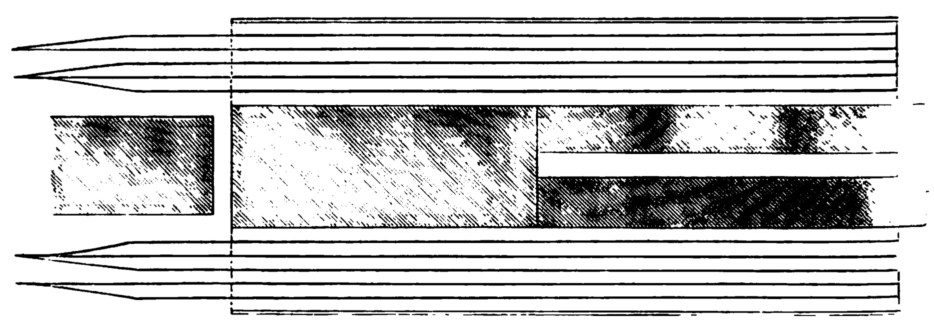
Kopfstation mit Langgebäude.

Ortsbewohner bilden, wodurch eine große Zahl Nichtreisender in den Bahnhofsräumen verkehrt und durch Füllung der Localitäten Anlaß zur Beengung geben.

Als sehr bequem und praktisch erweisen sich die großen Bahnhofsanlagen, wie sie z. B. an den großen Centralbahnhöfen zu München, Frankfurt u. s. w. zum Ausdrucke kommen. Es sind Kopfstationen mit dem Aufnahmsgebäude vor den todtlaufenden Geleisen. Unter der mächtigen Halle sind die einzelnen Geleisgruppen für verschiedene Abfahrtsrichtungen durch Perrons getrennt, welche sämmtlich auf

einen gemeinsamen Querperron münden. Dieser wieder steht in Verbindung mit getrennten Warteräumlichkeiten (nebst Buffets), wodurch allem Drängen, Hin- und Herlaufen vorgebeugt wird. Durch Tafeln mit Aufschriften, welche über die Abfahrtsrichtung der Züge Aufschluß geben, wird die Orientirung wesentlich erleichtert.

Die Hallen, welche die todtlaufenden Geleise überspannen, sind gewaltige Constructionen aus Holz und Eisen, oder lediglich aus Eisen, mit Blech- oder Glasbedachung. Die Spannungen sind mitunter außerordentlich groß; ist die Breite des Bahnhofes sehr bedeutend, so wird durch Zwischenstützen der Raum in mehrere Hallen eingetheilt. So weist beispielsweise die Personenhalle des Bahnhofes St. Nazaire zu Paris 6 Spannweiten auf und liegen unter diesen nicht weniger als 26 Geleise. 10, 12, 13 Geleise sind nicht selten. Auf englischen Bahnhöfen verkehren die Straßenfuhrwerke bis auf die Perrons unter den Hallendächern und hie und da auch die Tramways, so daß der Reisende vom Straßenvehikel



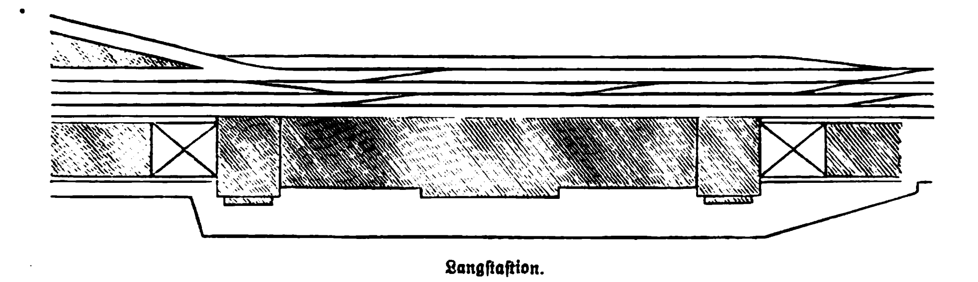
Kopfstation mit zwei Hallen.

unmittelbar in den Zug einsteigen kann, wenn er für Billet und Gepäck vorher gesorgt hat.

Die Bahnhofsanlagen hängen vielfach von den gegebenen Raumverhältnissen ab, wodurch die mannigfachsten Anordnungen zu Stande kommen. Dieselben compliciren sich ganz erheblich, wenn die Stationen Kreuzungs- oder Knotenpunkte bilden. Dieselben müssen derart angelegt sein, daß die in verschiedenen Richtungen und zu gleicher Zeit ankommenden Züge ihre Reisenden gegenseitig austauschen können. Bei Langstationen macht sich hierbei der Uebelstand geltend, daß die abzufertigenden Züge sämmtlich an einem Perron halten, was eine große Länge desselben bedingt, wodurch die Reisenden oft übermäßig weit dirigirt werden müssen, bis sie ihre Züge finden. Lange Perrons sind überdies schwer zu beaufsichtigen. Um der Nothwendigkeit langer Perrons auszuweichen, schaltet man Zwischenperrons ein, welche mit dem Hauptperron eine zweckmäßige Vertheilung der Zugsplätze gestatten. Diese Zwischenperrons sind indes nur in dem Falle von Vortheil, daß die Reisenden, um zu ihnen zu gelangen, beziehungsweise von ihnen sich zu entfernen, nicht die dazwischen liegenden Geleise betreten. Man erzielt dies

durch bedeckte, unter dem Bahnniveau gelegene Zugänge oder brückenartige Uebergänge. Die Umständlichkeiten einer mehrfachen Wanderung treppenauf und treppenab muß man im Interesse der Sicherheit mit in den Kauf nehmen.

Eine ähnliche Anordnung findet man bei den sogenannten Inselbahnhöfen, auf denen das Aufnahmsgebäude in der Mitte der beiden zusammenstoßenden Bahnen sich befindet, das Betreten der Geleise also nicht zu verhüten wäre, wenn nicht die vorbesprochenen Vorkehrungen die gewünschte Lösung ergäben. Sehr vortheilhaft sind die sogenannten Keilperrons, welche durch den Zusammenlauf zweier Bahnen im spitzen Winkel entstehen. Der Perron nimmt hier den ganzen Raum zwischen dem Winkelpunkte und den beiden Schenkeln ein und ist eigentlich ein Doppelperron, der unter Umständen beliebig lang gemacht werden kann. Die Front des Aufnahmsgebäudes befindet sich auf der dem Winkelpunkte entgegengesetzten Seite, so daß ein Ueberschreiten der Geleise innerhalb des Bahnhofrayons nicht stattfindet. Convergiren die beiden Bahnlinien sehr stark und liegt die Ortschaft,



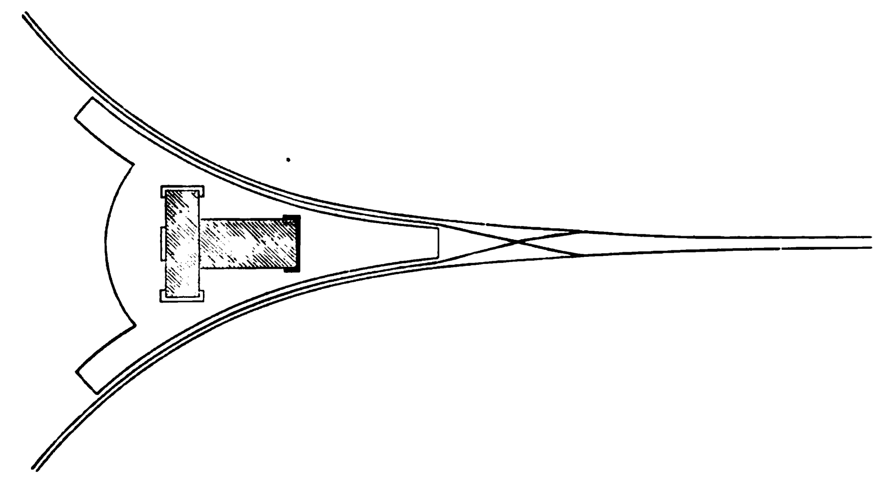
Langstation.

der die Station zugehört, innerhalb der ersteren, dann erweisen sich die Bahnhöfe mit Keilperrons als besonders bequem und praktisch.

Die Ausstattung der Personenbahnhöfe sowohl nach der Seite des Comforts als rücksichtlich der Betriebsmanipulationen läßt zur Zeit kaum etwas zu wünschen übrig. Viele Bahnhöfe werden jetzt elektrisch beleuchtet, die Warteräumlichkeiten sind elegant, ja die für Reisende I. Classe mitunter mit übertriebenem Luxus eingerichtet. Allerlei Placate, bunte Affichen, Tableaus von Bildern und Photographien, hervorragende Reiseziele darstellend, Reclamen u. dgl. bedecken die Wände der Hallen oder Vestibuls. Die Zahl der Schalter ermöglicht eine rasche Abfertigung der Reisenden, die Gepäcksmanipulationen nehmen von Jahr zu Jahr einfachere Formen an, ohne im Uebrigen das amerikanische Ideal zu erreichen.

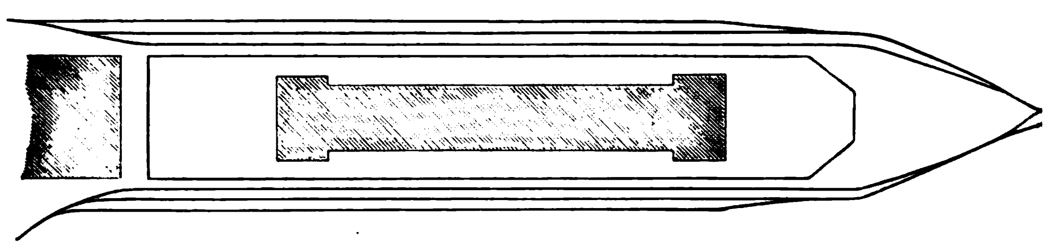
In der That erfährt hier der Reisende in der Beförderung seines Gepäckes die denkbar geringste Belästigung. Sobald er im Besitze der Fahrkarte ist, wendet er sich, unter Vorzeigung derselben, an den am Perron stehenden »Bagage-Marker«, um die Abfertigung des Gepäcks zu veranlassen. Dieser Functionär hat eine große Zahl von Lederstreifen zu seiner Verfügung, auf deren jedem zwei mit derselben Nummer und denselben Stationsnamen versehene Blechmarken (oder

»Checks«) angebracht sind. Nennt man nun die Station, nach welcher das Gepäcksstück expedirt werden soll, so nimmt er einen Riemen, auf welchem Marken mit dem Namen der betreffenden Station sich befinden, reicht dem Reisenden die eine der Marken und befestigt mittelst des Riemens, der zu diesem Zwecke an



Keilperron.

beiden Enden mit knopflochartigen Schließen versehen ist, die andere Marke an das Gepäcksstück. Hat der Reisende mehrere Gepäcksstücke, so erhält er die gleiche Anzahl von Blechmarken. Der Fall, daß ein Gepäcksstück, welches in angedeuteter Weise mit Marke versehen wurde, in Verlust geräth, kommt fast niemals vor. Der



Inselbahnhof.

Besitz der Marke und ein Schwur bezüglich des Werthes eines verlorenen Gepäcksstückes sichert dem Reisenden übrigens ohne sonstige Formalitäten und in kürzester Frist eine angemessene Entschädigung.

Den Eilgutverkehr vermitteln vielfach die sogenannten »Expreßgesellschaften«. Es verkehrt auf den Hauptlinien der amerikanischen Eisenbahnen kaum ein Personenzug, in welchem nicht ein einer Expreßgesellschaft gehöriger Wagen enthalten wäre. Diese Gesellschaften schließen mit den Bahnverwaltungen Verträge ab, auf

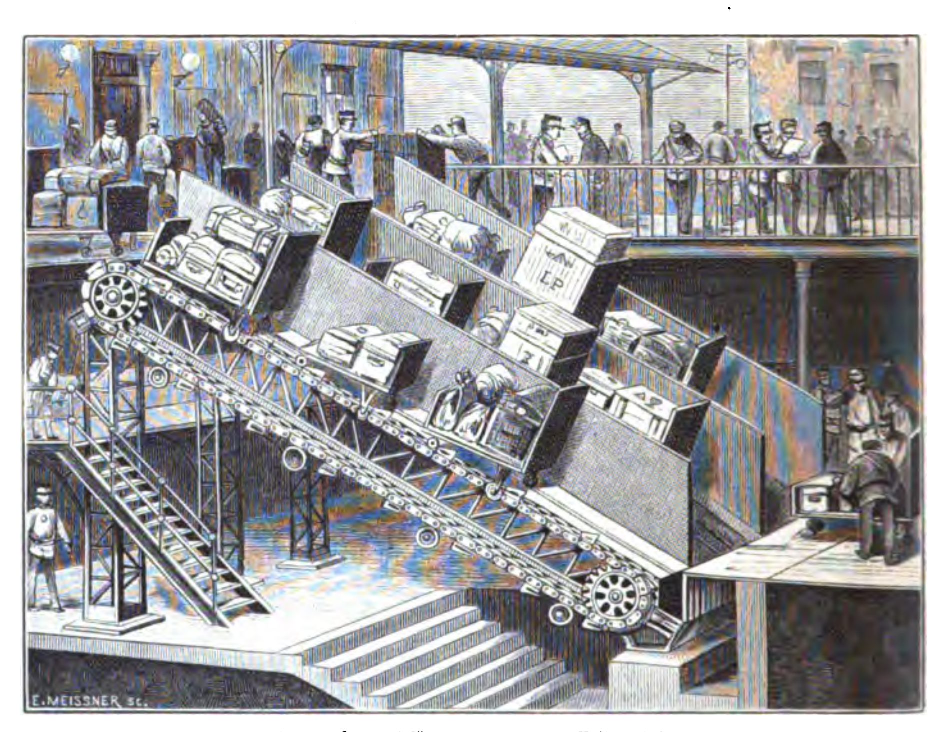
Grund deren sie den ganzen Eilgutdienst einschließlich der Zu- und Abstreifung besorgen. Zur Bequemlichkeit des Publicums haben sie überdies zahlreiche Bureaux in den Städten und besorgen gegen mäßigen Tarif auch die Packetsendungen im Innern der Städte. In den meisten Fällen haben die Eisenbahnorgane nur die Handhabung des Reisegepäcks zu besorgen.

An Stelle der auf dem Continente, insbesondere in Deutschland und Oesterreich üblichen, je nach der Bedeutung der Städte reich ausgestatteten, häufig monumentalen Stationsgebäude mit eleganten, reich möblirten und bequemen Aufenthaltsräumen für die Reisenden, mit Toiletten, Damenzimmern, reich besetzten Buffets u. s. w. finden sich auch in den größeren amerikanischen Städten vielfach nur ganz einfache Empfangsgebäude mit den nothwendigsten, meist sehr dürftig ausgestatteten Räumlichkeiten. An kleineren Stationen sind die betreffenden Gebäude selbst nicht mit den bei uns üblichen provisorischen Anlagen zu vergleichen. Sehr oft findet man statt ihnen nur einfache Schutzdächer. Zur Befriedigung der leiblichen Bedürfnisse findet sich in den eingentlichen Wartesälen großer Stationen ein Wasserbehälter, mit einigen angeketteten (!) Trinkgeschirren, in besonderen Räumen ist zuweilen ein Buffet. Tische und Stühle fehlen meistens und findet man an ihrer Statt hölzerne Sitzbänke. In den Warteräumen sind die Geschlechter getrennt; in den Südstaaten wird den Negern ein besonderer Warteraum zugewiesen.

Auf den englischen Bahnen unterscheidet man Endstationen (Terminus), Mittelstationen (Intermediat Stations), Abzweigestationen (Junctions), Ausweichstellen (Sidings), welch letztere blos zum Zwecke der Zugsüberholungen eingeschaltet sind, und schließlich Signalstationen (Signal boxes). Die Endstationen sind zumeist als Kopfstationen angelegt und so weit als möglich in die Centren der Städte vorgeschoben, was in London mit ganz außergewöhnlichen Kosten durchgeführt wurde. Beinahe sämmtliche Bahnhöfe in London werden für den Zugsverkehr von mehreren Gesellschaften gemeinschaftlich benützt. Die Personenbahnhöfe sind in Berücksichtigung des sehr dichten Verkehrs verhältnißmäßig klein und sehr bescheiden eingerichtet. Ein besonders großer Werth wird darauf gelegt, daß eine Vermengung der ankommenden mit den abgehenden Reisenden nicht stattfindet. Am Querperron befinden sich die Bureaux, sowie Schalter für Bücher- und Zeitungsverkauf und der Zugsanzeiger (Train Indicator).

In unmittelbarer Nähe des Ankunftsperrons ist der Aufbewahrungsort für Handgepäck, während Billetschalter, Auskunftsbureau, Wartesäle, Buffet, Wasch- und Ankleidezimmer auf der Abfahrtsseite sich befinden. Die Abfahrts- und Ankunftsperrons sind bei jenen Bahngesellschaften, welche die Revision der Fahrkarten vor dem Betreten des Abfahrtsperrons vornehmen lassen, durch Gitter geschlossen, während die übrigen Perrons dem Publicum freigegeben sind. Eine sehr bequeme Einrichtung ist die, daß die Perrons derart über die Schienen überhöht sind, daß man von jenen unmittelbar den Boden der Coupés betritt, das lästige Auf- und Niederklettern sonach entfällt.

Eine eigenartige Einrichtung zur schnelleren Abfertigung des Reisegepäckes wurde kürzlich auf dem Pariser Bahnhofe der französischen Ostbahn ins Leben gerufen. Die Bahn befindet sich nämlich in etwa 5 Meter Höhe über dem Straßenniveau, weshalb für den Transport der zu- und abgehenden Güter der raschen und bequemen Förderung wegen eine besondere Anordnung getroffen wurde. Gewöhnlich bedient man sich in ähnlichen Fällen der verticalen Aufzüge, doch lassen sich dieselben nicht mit der wünschenswerthen Schnelligkeit bedienen. Man ersetzte daher die Aufzüge durch eine schiefe Ebene mit einer über Rollen laufenden end-



Paternosterwerk für Abfertigung des Reisegepäcks.

losen Kette, mittelst welcher kleine, dreiräderige Gepäckskarren direct auf- und niederwärts in gleichförmig fortlaufender Bewegung sich befördern lassen. Um das Gepäck der ankommenden und abreisenden Passagiere zu trennen, stehen drei solcher schiefer Ebenen zur Verfügung. Die mittlere befördert die beladenen Gepäckskarren nach abwärts, während die beiden anderen schiefen Ebenen die Karren nach aufwärts befördern. Die Bewegung der Ketten erfolgt durch eine Zahnräderlage, mit welchem durch einen hydraulischen Motor die Achse der unteren Kettenräder in Umdrehung versetzt wird. Um die Aufzüge unabhängig von einander betreiben zu können, hat jede der schiefen Ebenen ihren eigenen Motor. Jede Kette kann eine Last von 1500 Kilogramm ziehen, indem sie 5 Karren von 100 Kilo-



Detail vom Garabit-Viaducte.
(Nach einer Photographie.)

gramm Eigengewicht und 200 Kilogramm Ladung fortbewegt, und zwar mit einer Geschwindigkeit von 0·3 Meter in der Secunde, was für den Dienst völlig ausreichend ist.

Ueber die Einrichtung der Güterbahnhöfe ist in Kürze zu sagen, daß sie bezüglich ihrer Lage und Anordnung gleich den Personenbahnhöfen den Verkehrsbedürfnissen entsprechen und alle zur glatten Abfertigung der ankommenden und abgehenden Güter nothwendigen Einrichtungen besitzen müssen. Angesichts der principiellen Trennung zwischen Personen- und Güterverkehr verstößt es nicht, wenn der Güterbahnhof sich räumlich weit entfernt vom Personenbahnhof befindet, wenn nur die Lage den zu erfüllenden Aufgaben entspricht. Die Güterbahnhöfe werden daher sehr häufig den Centren des Verkehrs nahegerückt, mit Hafenanlagen in Verbindung gebracht u. s. w.

Da die Güterwagen nicht remisirt werden, handelt es sich bei Güterbahnhöfen um keine anderen Baulichkeiten, als Magazine (Güterschuppen), welche auf großen Stationen eine sehr bedeutende Länge und nach der Gattung der Güter in verschiedene Abtheilungen getheilt sind. Die Lage der Schuppen ist eine solche, daß das innerste Geleise hart an demselben heranreicht, und erhält der Schuppen eine schmale, von einem stark ausladenden Dache geschützte Plattform (Laderampe), auf welche die Güter entweder durch Menschenkraft oder mittelst Fuhrwerken gebracht werden. Auf diese Weise werden die Manipulationen wesentlich vereinfacht.

Immerhin steht dieses System, sofern das Anstellen der zu bedienenden Wagen dadurch erfolgt, daß sie auf den langen Geleisen hin- und abrollen, um mittelst der Weichen die Geleise zu wechseln, entschieden der englischen Betriebsmethode, welche sich ausschließlich der Drehscheiben bedient, nach. Um dort einzelne Wagen aus dem Zuge auszuscheiden und an die Laderampe heranzubringen, beziehungsweise von dieser letzteren bereits abgefertigte Wagen abzustoßen, müssen ganze lange Züge, oder doch große Theile desselben in Bewegung gesetzt werden, was umständlich und zeitraubend und nicht ungefährlich für das den Verschubdienst besorgende Personale ist.

Dazu kommt das hierorts übliche Wagensystem, welches die rasche Entleerung mittelst Krahnen verbietet, entgegen den Einrichtungen auf englischen, französischen und belgischen Güterstationen, mit ihren zahlreichen Drehscheiben, welche die Verstellung der Wagen rasch und sicher gestatten, den Krahnen und Winden, hydraulischen Aufzügen u. s. w.

Auf englischen Stationen stehen sogar Locomotiven mit aufmontirten schweren Krahnen in Betrieb, welche überall dort eingreifen, wo die stabilen Vorrichtungen aus irgend einem Grunde nicht zur Benützung herangezogen werden können.

Die auf den Güterstationen zur Anwendung gelangenden Krahne sind von sehr verschiedenartiger Construction. Sie werden theils durch Menschenkraft bedient, theils durch Dampf betrieben. In letzterem Falle sind sie auf einem niedrigen Wagengestelle montirt, so daß sie auf den Schienen nach einem beliebigen Orte

gebracht werden können. Die stabilen Krahne sind entweder als Hebelkrahne oder als Laufkrahne construirt. Die letzteren haben die Gestalt eines sehr breiten und sehr starken, auf senkrechten Säulen horizontal gestellten Balkens, auf welchem mittelst einer Rollenvorrichtung das eigentliche Hebewerk sich bewegt. Solche Krahne reichen oft über mehrere Geleise hinweg und ermöglichen ein sehr rasches Beladen und Entladen der Wagen, beziehungsweise Umladen der Fracht von einem Wagen in den andern.

Das Heben der Wagen geschieht mittelst **Winden**, von denen mehrere Garnituren, und zwar Pratzen- und Stockwinden (auch Bockwinden sind zweckmäßig), beizustellen sind. Die Hebevorrichtungen für Locomotiven gehören nicht auf die Güterstation, sondern in die Werkstätten. Am zweckmäßigsten sind die



Hydraulisches Hebewerk auf einer englischen Güterstation.

Hebeböcke, von welchen auch jede kleinere Werkstätte und jedes nicht am Orte einer Werkstätte befindliche Heizhaus eine Garnitur besitzen soll, während ein fahrbarer Laufkrahn von etwa 3 bis 4 Tons Tragfähigkeit die Canäle bestreicht, der für Schornsteine, Cylinder, Dächer und andere Bestandtheile genügt. Große Krahne zum Heben der Locomotiven sind sehr kostspielig und beruht deren Sicherheit immer nur auf den Ketten, welche im Winter selbst bei sorgfältiger Vorwärmung gerne springen. Sind die Locomotiven und Tender mit den Hebeböcken (die am besten ganz aus Eisen construirt und mittelst des Laufkrahns leicht von Canal zu Canal transportabel sind) gehoben, so werden starke Böcke unterstellt, auf denen die Locomotiven behufs der weiteren Demontirung ruhen, und die Hebelböcke werden anderweit verwendet.

Wo eine größere Zahl von Krahnen, welche systematisch geordnet sind, gleichzeitig bedient werden soll, bedient man sich mit Vortheil der hydraulischen Ver-

richtungen. Eine kräftige Dampfmaschine pumpt Wasser unter sehr hohem Drucke in einen aufrecht stehenden gußeisernen Cylinder, welcher oben durch einen schwer belasteten Kolben geschlossen ist. Der Kolben mit seiner Last wird dadurch gehoben und drückt nun das unter ihm angesammelte Wasser durch unterirdische Rohrleitungen nach den Stellen, wo hydraulische Krahne, Aufzüge u. s. w. sich befinden und durch Druckwasser betrieben werden.

Auf englischen Güterstationen werden ganze Wagen mit ihrer Last durch hydraulische Hebewerke von den im Bahnhofsniveau gelegenen Geleisen auf die Geleise der oberen Etage gehoben. Hier macht die Beschränktheit des Raumes die Noth zur Tugend. Die vielen aber kurzen Geleise des Güteraufnahms- und Güterabgabsraumes in der unteren Etage ermöglichen die rasche Abfertigung der Stückgüter; die ausgiebige Anwendung der Drehscheiben gestattet die rasche und wiederholte Verschiebung der Betriebsmittel in horizontaler, der hydraulischen Hebeanstalten in verticaler Richtung. Das Rangiren der Züge auf den Geleisen der zweiten Etage erfordert abermals verhältnißmäßig wenig Zeit und noch weniger Raum, da die ganze Manipulation sich auf die Benützung zahlreicher Drehscheiben, welche die Geleise miteinander verbinden, beschränkt.

Nicht minder reichlich vorhanden sind die bedeckten Räume, welche dem Publicum als Lagerplätze überlassen werden. Selbst in unterirdischen Stationen stehen zu diesem Zwecke ziemlich ausgedehnte Hallen zur Verfügung. Daneben befinden sich oft besondere Einrichtungen, welche den Vertretern einzelner Verkehrsbranchen zugewiesen sind, z. B. Magazine zum Handel von Kartoffeln (auf der Kings-Croß-Station kommen täglich an 200 mit Kartoffeln beladene Wagen an), sowie Getreidespeicher, ferner Bureaus für Kohlenhändler, endlich auf verschiedenen Londoner Stationen Pfeilerbahnen mit darunter liegenden bequemen Magazinen für das Entladen und Sortiren der Kohlen (drops or barges). Diese letzteren Vorrichtungen scheinen übrigens ein Nothmittel zu sein, zu welchen die Beschränktheit des Raumes und die Nothwendigkeit gegenüber der in London für den Kohlentransport so wirksamen Wasserconcurrenz, dem Publicum Vortheile zu bieten, geführt hat.

Unverhältnißmäßig ausgedehnt sind auf englischen Güterstationen die Entladegeleise. In manchen der großen Stationen stehen mitunter an 2000 beladene Wagen, wovon indes höchstens der vierte Theil an einem und demselben Tage eingegangen ist. Ebenso verhält es sich mit der Zahl der entladenen Wagen. Es hängt dieses ungünstige Verhältniß mit der gewohnheitsmäßigen Nachsicht zusammen, welche die Londoner Bahnen theils aus Rücksicht für die Bequemlichkeit des Verkehrs, theils aus Concurrenzfurcht bei Behandlung der vom Publicum zu entladenden Wagen üben. Die regelmäßige Miethe für die eigenen, beziehungsweise das Standgeld für die Privatwagen, wird sehr selten erhoben; es kommt deshalb vor, daß vornehmlich Privatwagen wochenlange unentladen stehen bleiben. Diese Praxis mag nicht wenig zu der Ausdehnung der Ladegeleise beigetragen haben.

Die sehr schnelle und regelmäßige Beförderung, welche zwischen den durch directe Güterzüge verbundenen Hauptstationen Englands stattfindet, beruht auf folgenden Momenten: der bedeutenden Entwickelung des Waarenverkehrs zwischen diesen Plätzen; dem großen Aufwand an baulichen Einrichtungen und Personal, der für diesen Zweck gemacht wird; dem Umstande, daß an allen diesen Plätzen die Bestätterei von den Bahnen selbst ausgeführt wird.

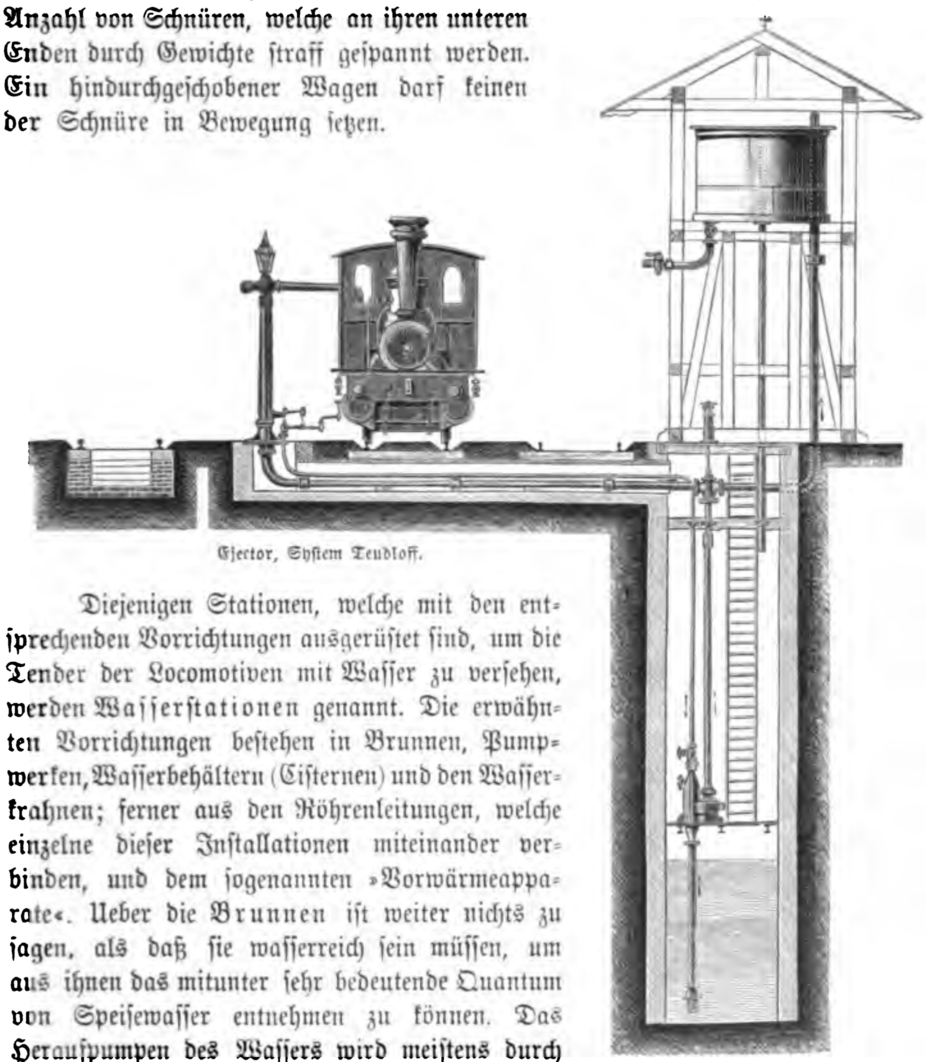
Ein treffendes Beispiel für die Anstrengungen, welche bezüglich des Aufwandes an lebenden Arbeitskräften gemacht wird, bietet die Güterstation Camden-Town der London- und North-Westernbahn. Die Beladung der 350 durchschnittlich mit 1500—2000 Kilogramm belasteten Stückgüterwagen, welche von dort in jeder Nacht abgehen, wird durch eine Colonne von 200 Arbeitern in der Zeit von 8 Uhr Abends bis 3 Uhr Früh ausgeführt; am Tage wird nur Massengut, z. B. Roheisen, verladen. Um 4 Uhr Morgens beginnt die Entladung der angekommenen Wagen und Fuhrwerke seitens einer anderen Schicht von 200 Mann. Im Ganzen sind auf der Station Camden-Town, auf welcher 1100 und mehr Wagen täglich beladen ab- und zugehen, 1300 Beamte und Arbeiter beschäftigt, etwa 160 allein im Expeditionsbureau.

Unter den vielen Güterbahnhöfen in London ist wohl einer der interessantesten jener von Broad Street der London- and North-Westernbahn. Er liegt im Mittelpunkt der City, und zwar im Niveau der Straße, während der Personenbahnhof gleichen Namens, sowie die Geleise für die Zusammenstellung, wie Ankunft und Abgang der Güterzüge eine Etage höher liegen. Es stehen drei hydraulische Hebevorrichtungen zur Verfügung, welche durch zwei Maschinen von je 80 Pferdekräften betrieben werden. Das Lagerhaus, welches erst vor einigen Jahren fertiggestellt wurde, hat vier Stockwerke und erfolgt die Hebung der Frachten in die einzelnen Stockwerke durch hydraulische Hebevorrichtungen.

Auf einigen großen Getreidestationen geschieht das Aufspeichern der Getreidemassen durch mit Dampf sehr rasch getriebene Fördermaschinen direct aus den Wagen in alle Räume vierstöckiger Magazine. Allgemein bekannt sind die ähnlichen aber weit großartigeren Vorkehrungen auf amerikanischen Bahnen, die sogenannten »Elevators«: ungeheuere, vielstöckige Gebäude, in welchen das zugeführte Getreide frei lagert, bis es zur Weiterverfrachtung verladen oder sonstiger Verwendung zugeführt wird. Auch bezüglich des Transportes von Petroleum bestehen auf den amerikanischen Hauptbahnhöfen sehr bedeutende Installationen.

Die Beladung der offenen Güterwagen erfährt, abgesehen von der zulässigen Belastung, jene Beschränkung, welche durch das »Normalprofil« (vgl. Seite 96) gegeben ist, d. h. die Ladung eines solchen Wagens darf die durch das Normalprofil festgestellte Umrißlinie nicht überschreiten. Um eine Controle hierfür zu haben, bestehen besondere Vorrichtungen, welche *Lademaße* genannt werden. Es sind Gerüste in Form eines Galgens, innerhalb welchen eine bewegliche Holzleere oder ein eiserner Bogen hängend oder in Charnieren beweglich angebracht ist und dessen

innere Lichte genau dem Luftraume des Normalprofiles entspricht. Wird nun ein Wagen unter das Gerüste hindurchgeschoben, so darf der bewegliche Theil nicht angestreift werden. Mitunter meldet eine Klingel, welche in Verbindung mit der Leere steht, den erfolgten Anstoß. Statt der Leere bedient man sich mitunter einer Anzahl von Schnüren, welche an ihren unteren Enden durch Gewichte straff gespannt werden. Ein hindurchgeschobener Wagen darf keinen der Schnüre in Bewegung setzen.

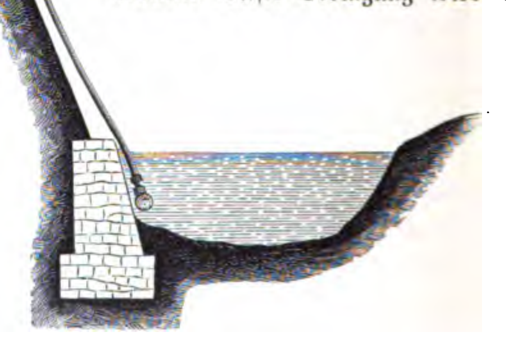


Ejector, System Teudloff.

Diejenigen Stationen, welche mit den entsprechenden Vorrichtungen ausgerüstet sind, um die Tender der Locomotiven mit Wasser zu versehen, werden Wasserstationen genannt. Die erwähnten Vorrichtungen bestehen in Brunnen, Pumpwerken, Wasserbehältern (Cisternen) und den Wasserkrahnen; ferner aus den Röhrenleitungen, welche einzelne dieser Installationen miteinander verbinden, und dem sogenannten »Vorwärmeapparate«. Ueber die Brunnen ist weiter nichts zu sagen, als daß sie wasserreich sein müssen, um aus ihnen das mitunter sehr bedeutende Quantum von Speisewasser entnehmen zu können. Das Heraufpumpen des Wassers wird meistens durch kleine Dampfpumpen bewirkt; nur auf kleinen Stationen, wo nicht täglich gepumpt zu werden braucht, bedient man sich einer guten Handpumpe, welche durch einige Leute bedient wird. Manche Eisenbahnpraktiker verwerfen sie durchaus, da sie wenig leistungsfähig und der Betrieb durch Menschenkraft kostspielig ist. Mitunter wird der Betrieb der Pumpen mit Windflügel (Turbinen) besorgt, doch sind dies Ausnahmen.

Im Interesse eines nicht zu stark variirenden Wasserniveaus, beziehungsweise der Saughöhe, sowie auch um bequem in den Brunnen gelangen und in Nothfällen eine zweite Maschine darauf setzen zu können, wird der Brunnendurchmesser nicht viel unter 3 Meter angenommen. Zweckmäßig ist die Anlage eines durch einen Saugcanal mit dem Brunnen in Verbindung stehenden Separatschachtes für die Pumpe im Innern des Maschinenhauses und Verlegung des Brunnens nach außen. Ist dessen Tiefe nicht groß, so kann das Saugrohr direct zur Pumpe in den Schacht geleitet werden. Bei großer Tiefe muß die Pumpe außerhalb und eine Bewegungsübertragung durch Wellen oder Rinnen angebracht werden. Ueber 4 Meter sollte der innere Schacht nicht tief sein.

Bei der Anwendung der Dampfkraft zum Pumpen bedient man sich theils der Ejectoren, theils der Pulsometer. Für Wasserstationsanlagen ist die erste Bedingung, einen absolut sicher functionirenden Wasserapparat zu besitzen, der unter allen Verhältnissen zuverlässig arbeitet. Dieser Bedingung wird durch die vorerwähnten Einrichtungen vollauf entsprochen. Die neueren Ejectoren (und Pulsometer) besitzen keine beweglichen Theile, sind daher auch keiner Reparatur und Abnützung unterworfen. Ein Einfrieren der Rohre, selbst bei strengstem Frost, ist gänzlich ausgeschlossen, indem bei Außerbetriebsetzung des Apparates weder Dampf noch Wasser in den Röhren zurückbleibt, was bei den älteren Pumpen nicht der Fall ist.



Ejector (Reserve-Wasserhebeapparat, System Teudloff).

Der Seite 485 abgebildete Ejector (System Teudloff) zeigt eine Anordnung zum directen Schöpfen mittelst Dampfes der Locomotive durch einen Krahn in den Tender derselben, beziehungsweise in ein höher gelegenes Reservoir. Einem solchen Ejector kommt eine stündliche Leistung von 40.000 Liter zu. Die Disposition, nur direct in den Tender zu schöpfen, ist die einfachste und billigste und wird vornehmlich für Zwischenstationen in Anwendung gebracht. Für Remisen- oder Heizhaus-Wasserstationsanlagen kommen besondere Vorkehrungen in Anwendung.

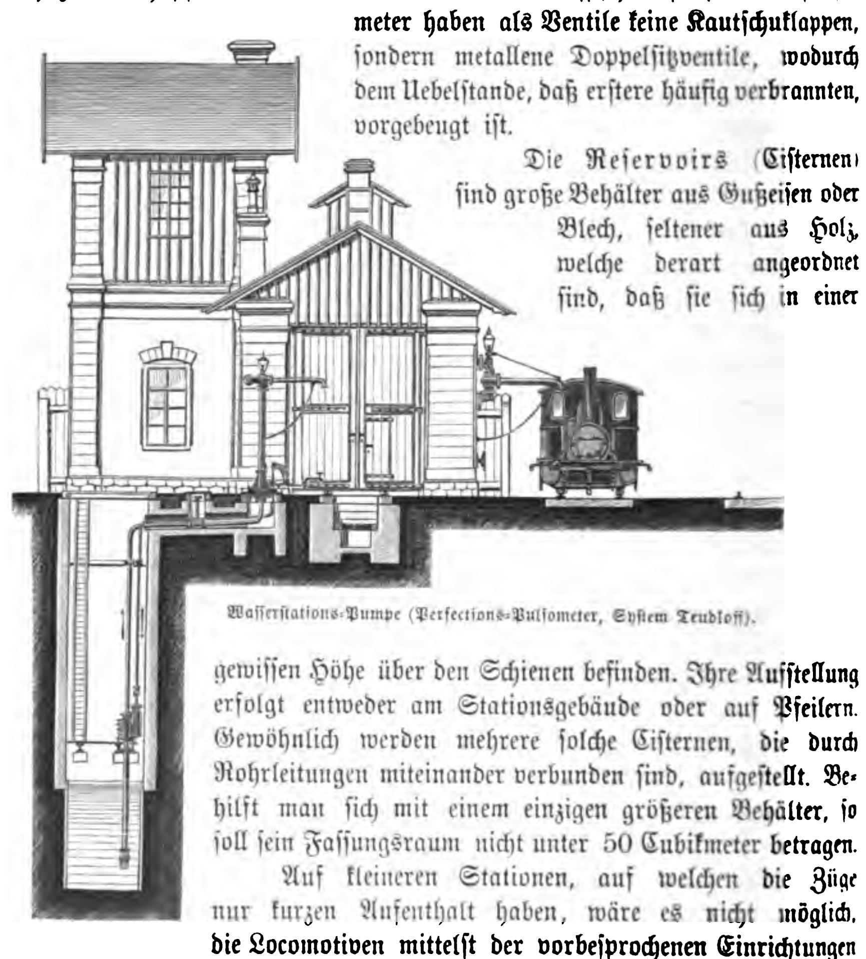
Wie aus der Abbildung ersichtlich, ist der Ejector an einem Holzpfosten anmontirt und steht letzterer auf der Sohle des Brunnens auf, so daß der Seiher vom Ejector ungefähr 400 bis 500 Meter von der Sohle noch Abstand hat. Die Dampfentnahme vom Kessel der Locomotive geschieht mittelst eines Ankuppelungsrohres, welches unmittelbar an der Krahnsäule befestigt ist, und tritt der entnommene Dampf durch dasselbe in das Dampfrohr und den Ejector. Dieser letztere hat zu unterst ein Umhüllungs- oder Schutzrohr, damit das Dampfrohr, so weit es im Wasser steht, vor allzu starker Condensation des einströmenden Dampfes geschützt ist. Parallel zum Dampfrohr ist das Steig- oder Druckrohr angeordnet, das mittelst eines Dreiweghahnes theils unmittelbar durch den Krahn in den Tender, theils durch ein Abzweigrohr in das Reservoir schöpfen kann. Die Handhabung dieses Apparates geschieht wie folgt. Beim Einfahren der Locomotive in die Station wird das Ankuppelungsrohr mittelst eines Holländers an ein an der Locomotive angebrachtes Gewindestück oder Ventil angekuppelt. Ist dies geschehen, so wird das Dampfanlaßventil am Kessel geöffnet und der Ejector tritt sofort in Thätigkeit. Beim Abbestellen der Wasserzufuhr wird das Dampfanlaßventil am Kessel geschlossen und der Holländer der Ankuppelung gelöst.

Von Wichtigkeit ist es, vornehmlich in wasserarmen Gegenden, welche von einer Bahn durchzogen werden, einen Reserve-Wasserapparat auf der Locomotive selbst anmontirt zur Verfügung zu haben. Derselbe besteht aus einem Ejector, der sehr compendiös gehalten ist, um möglichst wenig Raum einzunehmen. In der nebenstehenden Abbildung ist ein Teudloff'scher hängender Ejector dargestellt. Derselbe ist an der Seite des Tenders anmontirt, eine Anordnung, die den Vortheil hat, daß der Gummi-Spiralsaugschlauch, wenn an den Saugstutzen mittelst des Holländers am Apparat angekuppelt, kein Knie bildet. Der Ejector erhält durch ein Dampfrohr den directen Kesseldampf zugeführt und wirft das durch den Saugschlauch angesaugte Wasser durch ein kurzes Auslaufknie direct in den Tenderkasten. In der Abbildung ist der Ejector nicht seitlich an der Tenderwand, sondern auf derselben befestigt, wodurch der Gummischlauch gleich hinter dem Saugstutzen einen Bogen macht. Der Saugschlauch bleibt für gewöhnlich am Saugstutzen angekuppelt, um im Bedarfsfalle einfach in einen nahe gelegenen Bach, Fluß oder Teich geworfen zu werden. Am Ende des Schlauches ist es gut, einen Seiher anzubringen, damit nicht etwa Holztheilchen oder sonstige grobe Unreinlichkeiten mit aufgesaugt werden.

Die Pulsometer — bekanntlich eigenthümliche Dampfpumpen ohne Kolben, bei denen der Dampf direct auf das zu hebende Wasser drückt — empfehlen sich besonders durch ihre Einfachheit. Sie bedürfen, da sie außer den Ventilen keine beweglichen Theile haben, keiner Schmierung und Wartung und können tief in den Brunnen hineingestellt werden. Besonders vortheilhaft und billig ist der Teudloff'sche »Perfections-Pulsometer«. Die Anordnung des Apparates ist umstehend abgebildet. Die Dampfentnahme zur Inbetriebsetzung kann entweder direct

durch die Locomotive oder durch einen eigens aufgestellten stabilen Dampfkessel erfolgen.

Für Anfangs- und Endstationen, wo das Wasser in ein Reservoir gefördert, und von welchen aus dasselbe zur Speisung der Tender durch Krahne entnommen wird, eignet sich die Anwendung dieses Pulsometers vortrefflich, da man in diesem Falle den Dampf einer Locomotive, welche ihren Turnus beendet hat, noch zum Schöpfen verwenden kann. Die Teudloff'schen Perfections-Pulsometer haben als Ventile keine Kautschuklappen, sondern metallene Doppelsitzventile, wodurch dem Uebelstande, daß erstere häufig verbrannten, vorgebeugt ist.



Wasserstations-Pumpe (Perfections-Pulsometer, System Teudloff).

Die Reservoirs (Cisternen) sind große Behälter aus Gußeisen oder Blech, seltener aus Holz, welche derart angeordnet sind, daß sie sich in einer gewissen Höhe über den Schienen befinden. Ihre Aufstellung erfolgt entweder am Stationsgebäude oder auf Pfeilern. Gewöhnlich werden mehrere solche Cisternen, die durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind, aufgestellt. Behilft man sich mit einem einzigen größeren Behälter, so soll sein Fassungsraum nicht unter 50 Cubikmeter betragen.

Auf kleineren Stationen, auf welchen die Züge nur kurzen Aufenthalt haben, wäre es nicht möglich, die Locomotiven mittelst der vorbesprochenen Einrichtungen mit Wasser zu versorgen. Es geschieht dies vielmehr mittelst der **Wasserkrahne**, welche an beiden Enden des Bahnhofes derart placirt sind, daß der zum Stehen gebrachte Zug in unmittelbare Nachbarschaft des Krahnes gelangt. Die gewöhnliche Anordnung desselben ist die, daß vermittelst einer unterirdischen Leitung Wasser zugeführt wird, das durch entsprechenden Druck in die Krahnsäule aufsteigt und weiterhin durch einen horizontalen Arm — der nach zwei Seiten drehbar ist

— abfließt. Bei schnellfahrenden Zügen, deren Locomotiven einen großen Wasserbedarf haben, muß das Ausflußrohr so weit gemacht werden, daß selbes innerhalb anderthalb bis zwei Minuten vollständig mit Wasser gefüllt ist. Befinden sich — was bei den größeren Stationen der Fall ist — an beiden Enden des Bahnhofs Wasserstationsanlagen, so entnehmen die Locomotiven ihren Wasserbedarf den Reservoirs, die gleichfalls mit einem Auslaufrohr versehen sind.

Die Wasserkrahne können mit einfacher oder doppelter Säule construirt sein. Die Stellung des Krahnes zum Canal soll das Wassernehmen sowohl durch die Seitentaschen als auch durch das rückwärtige Mannloch des Tenders gestatten. In Zwischenstationen werden stets zwei an Canälen stehende, in größeren Stationen sogar vier Krahne erfordert, je zwei für kurze, dem Perron näherstehende Personenzüge, je zwei für Güterzüge, und ist jeder Krahn an der gemeinschaftlichen Abzweigung mit Schieberventil, von außen zugänglich, absperrbar.

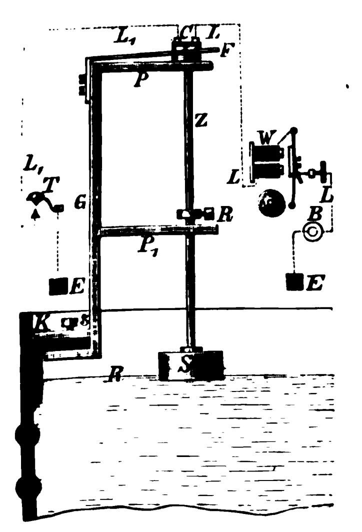
Gegen das Gefrieren des Wassers in den Reservoirs bedient man sich noch vielfach — obwohl, seitdem die Locomotiven mit Injectoren gespeist werden, dies nicht mehr nothwendig — der sogenannten »Vorwärmer«. Es sind dies kleine eingemauerte Dampfkessel, welche durch zwei Rohre mit den darüber liegenden Wasserbehältern in Verbindung stehen. Das in dem Kessel angewärmte Wasser dringt in die Behälter vor, während gleichzeitig das Wasser aus letzterem in den Kessel zurückfließt. Durch diesen beständigen Austausch wird das Einfrieren des Wassers verhütet. Wo man zum Pumpen eine kleine Dampfmaschine hat, pflegt man den abgehenden Dampf oder auch frischen Kesseldampf zur Anwärmung zu benützen.

Auf gemeinschaftlichen Bahnhöfen wird hie und da ein größeres Wasserwerk von verschiedenen Bahnen gleichzeitig benützt; selbst Anlagen größerer Städte oder Etablissements liefern an Bahnen das Wasser. In solchen Fällen wird ein genau präcisirter Vertrag abgeschlossen und die völlig sichergestellte, täglich zu liefernde Wassermenge als Hauptpunkt behandelt, weil es für deren Ausbleiben ein Aequivalent nicht gibt und keinerlei Geldentschädigung im Stande wäre, eine durch Wassermangel herbeigeführte Betriebsstörung auszugleichen.

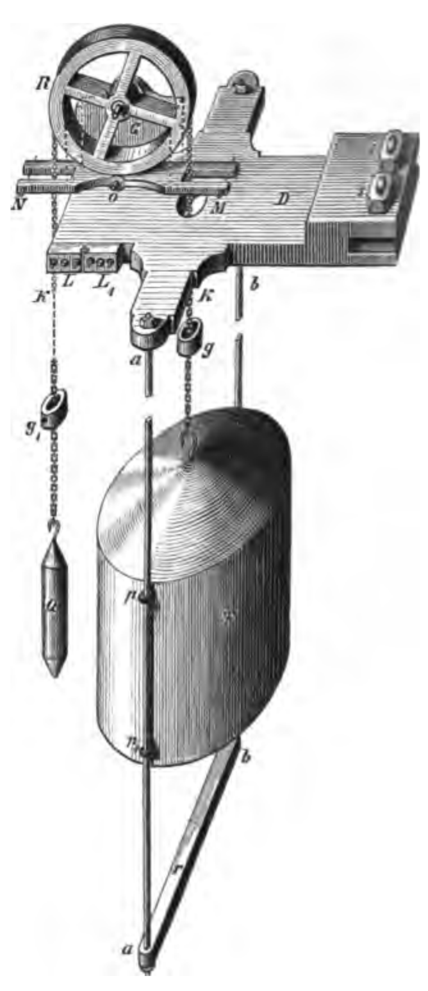
Da es selbstverständlich von Wichtigkeit ist, den jeweiligen Wasserstand des Reservoirs zu kennen, ist eine stete Controle desselben erforderlich. Hierzu bedient man sich vielfach der elektrischen Wasserstandsanzeiger, welcher die jeweilige Höhe des Wasserstandes entweder akustisch, optisch, oder beides zugleich anzeigen, und zwar entweder nur den höchsten Wasserstand, oder den höchsten und tiefsten Wasserstand. Die Anordnung des Wasserstandanzeigers ersterer Art besteht im Wesentlichen aus einem Schwimmer (S), der sich vermittelst einer Stange, die durch die Führungslöcher zweier Arme ($P P_1$) eines Metallbügels (G) geht, auf- und abwärts bewegt. Bei der Aufwärtsbewegung wird durch die Stange eine Feder (F) gegen einen Contact (C) gedrückt und dadurch der Unterbrechungswecker (W) bethätigt. Durch einen an der Stange oberhalb des unteren Führungsarmes befestigten Ring ist dem Abfallen des Schwimmers ein nur ganz kleiner

Spielraum gegeben. Ein Taster (T) dient überdies zur Vermittelung der Correspondenz mit dem Pumpenwärter.

Eine Anordnung des Wasserstandanzeigers zur Anzeige des höchsten und tiefsten Wasserstandes ist nebenstehend abgebildet. Hier bewegt sich der Schwimmer T vermittelst der Oesen $p\,p_1$ längs des Führungsrahmens a b nach auf- und abwärts und ist zugleich durch ein Gegengewicht Q ausbalancirt, und zwar derart, daß der Schwimmer um Weniges schwerer ist. Die Verbindung beider Theile wird durch eine über die Rolle R laufende Kette K bewirkt und sind an dieser letzteren zwei Hülsen g und g_1 derart mittelst Klemmen befestigt, daß die eine Hülse (g) beim Aufsteigen des Schwimmers, die andere (g_1) beim Abfall desselben an die Gabel M (beziehungsweise N) des bei o drehbaren Armes M N anstößt und sie hebt. In beiden Fällen wird ein Contact hergestellt, der Stromkreis einer Batterie geschlossen und der Controlwecker bethätigt.



Elektrischer Wasserstandsanzeiger zur Anzeige des höchsten Wasserstandes.



Elektrischer Wasserstandsanzeiger zur Anzeige des höchsten und tiefsten Wasserstandes.

Die Wasserstationen theilen sich in Haupt- und Aushilfswasserstationen. Erstere sind solche, woselbst der Wasserbedarf der Locomotiven in erster Reihe gedeckt wird, d. h. wo die Hauptabfassung jeder wasserbedürftigen Locomotive

geschehen muß. In den Aushilfswasserstationen soll nur ausnahmsweise Wasser genommen werden, und zwar: wenn in einer der zunächstliegenden Hauptwasserstationen gänzlicher oder theilweiser Mangel eingetreten ist, oder wenn bei ungünstigen Verhältnissen, widrigem Wetter u. s. w. ein abnormaler Wasserverbrauch die Nachfüllung des Tenders nothwendig macht. Anderntheils aber dienen die Aushilfswasserstationen dazu, die Wasserabfassung aus den zunächst gelegenen Haupt-Wasserstationen beständig zu ergänzen, und zwar dann, wenn die Entfernung der Haupt-Wasserstation so groß ist, daß selbst unter normalen Verhältnissen eine Nachfüllung in den Zwischenstrecken erforderlich ist. Aber auch in diesem Falle muß sich die Wasserabfassung in der Aushilfsstation nur auf den erforderlichen Bedarf beschränken, und zwar deshalb, weil in solchen Stationen das Wasser erheblich theurer zu stehen kommt, als in den vollkommen ausgerüsteten Wasserstationen.

Nachdem es der Hauptzweck des Wasserdienstes ist, den Locomotiven geeignetes Wasser, d. h. solches, welches möglichst wenig Kesselstein ablagert, in ausreichender Menge zuzuführen, so sind diejenigen Wasserstationen als Haupt-Wasserstationen zu bestimmen, welche dieser Anforderung entsprechen. Wasserstationen mit minder gutem Wasser sollen grundsätzlich nur zu Aushilfe-Nachfüllungen benützt werden und sind den Führern als solche zu bezeichnen. Sowohl der guten Instandhaltung der Reservoirs als der Wasserergiebigkeit der Schöpfbrunnen ist die größte Aufmerksamkeit zu schenken. Die Reinigung der Kessel der Dampfpumpen muß, je nach der Güte des Wassers, hinreichend oft vorgenommen werden.

Die Wasserstationen sind zumeist auch Kohlenstationen. Die Einnahme von Brennmaterial erfolgt entweder direct aus den Lagerplätzen, oder es sind an den beiden Endpunkten des Bahnhofes, wo die Locomotive des haltenden Zuges zu stehen kommt, Perrons oder einfache Holzgerüste errichtet, auf welchen, und zwar in gleicher Höhe mit dem Tender, das Brennmaterial (Kohle, Lignit, Torf, Holz) in handsamen Körben aufgeschichtet und dieser Art zum Einwerfen in den Tender bereitgestellt ist. Ein Tender faßt den Inhalt von 50—80 solcher Körbe mit je 25—40 Kilogramm Brennmaterial.

Auf einigen größeren Stationen hat man zur Beschleunigung und Erleichterung des Ladens auch mechanische Vorrichtungen angebracht. Auf amerikanischen Bahnen sind dieselben sehr verbreitet. Gewöhnlich sind es überhöhte und gedeckte Kohlenbühnen, von welchen durch seitlich herangeschobene Kippwagen das Brennmaterial in den darunterstehenden Tender geschüttet wird. Wo das Brennmaterial nicht auf den Stationen, sondern (um Transportkosten zu sparen) möglichst nahe den Zechen eingenommen wird, verkehren Kohlenkarren (Hunde) auf eigenen, senkrecht zur Bahn gerichteten Geleisen auf eine über die Bahn führende Brücke, wo deren Entleerung durch eine Fallthüre der Brückenbahn stattfindet. Diese Ladevorrichtung auf freier Strecke in der Nähe der Zechen hat übrigens nicht nur den angeführten Zweck, sondern ist für den Fall ein Nothbehelf, wenn bei schweren Güterzügen und widrigem

Wetter eine Tenderladung nicht ausreichen sollte, um den Zug an den Bestimmungsort führen zu können.

Das Brennmaterial wird in der Regel für ein Jahr, und zwar für den Bedarf der Locomotiven, Wasserschöpfwerke, Werkstätten-Schmiedefeuer und verschiedenen Productionsöfen, dann für die Beheizung der einschlägigen Räume, endlich nach Zuschlag der Mengen für Stations- und andere Zwecke gedeckt und die Einlieferung in der Regel franco Waggon irgend einer dem Kohlenwerke zunächst gelegenen Einbruchstation verlangt. Die Hauptabfaßplätze des Brennmateriales sollen in den Haupt-Maschinen- und Wechselstationen der Bahn sein, so daß eine Regieverführung der Waggons möglichst entfalle. In der Regel wird der Bezug des Brennmaterials aus dem eigenen (im Bereiche gelegenen) Productionsgebiete der ökonomischeste sein, weil der Preis der Kohle überwiegend von der Fracht abhängt.

Die Lagerung der Kohle im Freien ist nur bei schnellem Verbrauche und bei solchen Gattungen statthaft, die nicht rasch zerfallen; es ergiebt sich jedoch immer ein Abgang durch Verstäubung, Zerfall, Entwendung, Vermischung mit Erde, Sand u. s. w. Außerdem besteht die Gefahr der Selbstentzündung, welcher durch Querschläge, halbgefütterte Durchlochungen und Trennung der einzelnen Haufen vorgebeugt wird. Damit das Personale durch zu geringes Maß beim Abfassen nicht verkürzt, und in Folge dessen die Statistik durch falsche Daten nicht zu ebensolchen Schlüssen geführt werde, ist die in den Körben gefüllte Kohle von Zeit zu Zeit durch den Heizhausleiter nachzuwiegen.

Rangirbahnhöfe kommen nur auf großen Endstationen vor und werden dieselben zu dem Zwecke angelegt, daß für die zur Abfahrt bestimmten Locomotiven und Wagen, welche in Züge vereinigt werden sollen, beziehungsweise den in ihre Theile zu zerlegenden ankommenden Zügen, ein besonderer Raum zur Verfügung stehe. Der exacte Rangirdienst verlangt eine scharfe Trennung des Localverkehrs vom durchgehenden Verkehr. Die Züge mit durchgehenden Gütern haben dann nur sehr wenig zu rangiren und die localen Güterzüge verkehren langsamer mit entsprechenden Aufenthalten. Eine den englischen Rangirbahnhöfen entnommene Anordnung, welche man zuweilen auf deutschen Bahnhöfen findet, ist der sogenannte »Rangirkopf« — eine etwas überhöhte Plattform, in welcher ein sehr langes Geleise liegt, in das alle übrigen Rangirgeleise zusammenlaufen. Auf diesen Rangirkopf wird der Güterzug, mit der Locomotive voran, gefahren, und nun jeder Wagen — der hinterste zuerst — von der Locomotive auf die geneigte Ebene, welche zum Plateau hinaufführt, geschoben. Dieser Wagen, sowie jeder folgende, rollt vermöge seiner Schwere auf dasjenige Geleise hinab, welches ihm durch die entsprechende Weichenstellung freigegeben wird.

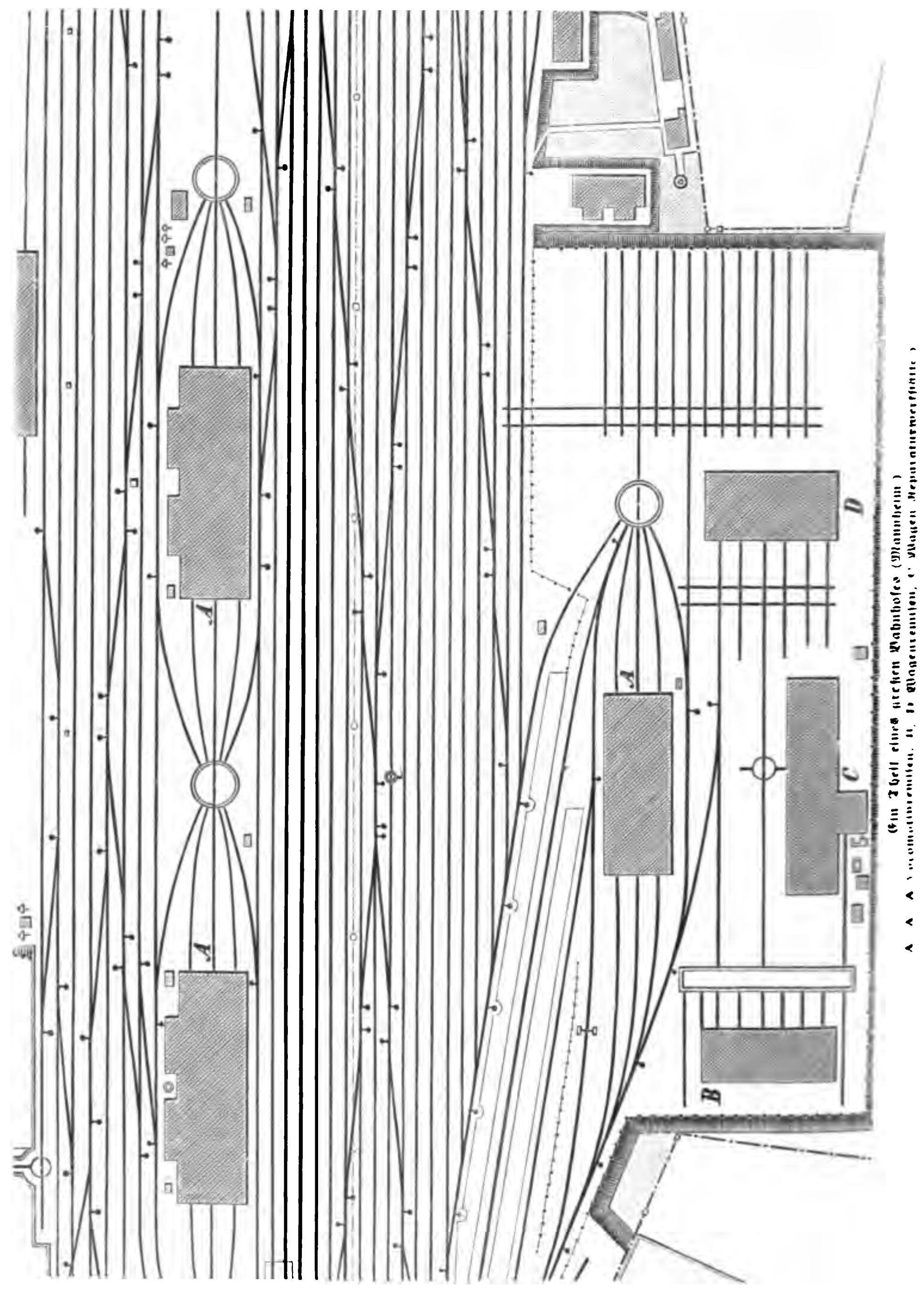
Im weitesten Maße findet dieses System, wie bereits angedeutet, auf englischen Güterstationen Anwendung. Entweder sind es Bahnhöfe, welche in geneigter Lage verschiedene Geleisabtheilungen enthalten, um aus dem oberen Theil

die Wagen der ankommenden Züge in die unteren Geleisgruppen ablaufen zu lassen und dadurch zu rangiren; oder es genügt das Gefälle nicht, um die Wagen durch ihr eigenes Gewicht bis in die unteren Rangirabtheilungen zu bringen, und müssen die Wagen durch die Weichenstraße, welche zu den tieferen Aufstellungsgeleisen führt, durch Pferde gezogen werden und laufen dann erst allein weiter. In beiden Fällen wird eine bedeutende Menge von Wagen, welche auf verschiedenen in der Station zusammenlaufenden Linien herangeführt wird, in verhältnißmäßig kurzer Zeit rangirt. Die Vortheile, welche das System vornehmlich dort, wo es rein durchgeführt wird, darbietet — durch die Ersparniß an Locomotivkraft — und an Rangirmannschaft, durch die größere Sicherheit für das beim Rangiren beschäftigte Personal und durch die Schnelligkeit der Ausführung — dürfen als sehr gewichtig angesehen werden.

Wo Rangirbahnhöfe aus irgend einem Grunde nicht als selbstständige Anlage bestehen, muß der Rangirdienst selbstverständlich am Güterbahnhofe eingerichtet werden. Gleichwohl ist eine Abtheilung des Raumes, der einerseits dem Rangirdienst, anderseits dem eigentlichen Güterverkehr zugewiesen wird, nothwendig. Auf kleinen Stationen, wo übrigens wenig rangirt wird, da es sich in der Regel nur um Mitnahme, beziehungsweise Abstoßung eines oder einiger Wagen handelt, werden die Fahrgeleise zum rangiren benützt, unter Beachtung der unerläßlichen Vorsicht, die bei jeder Verlegung der Fahrgeleise durch Fuhrwerke strenge gehandhabt werden muß.

Zu den Anlagen größerer Stationen zählen auch jene Baulichkeiten, welche die außer Gebrauch stehenden Fahrzeuge aufnehmen, um sie unter Dach zu bringen und dieser Art gegen die Wetterunbilden zu schützen, beziehungsweise an ihnen kleine Reparaturen vornehmen zu können. Es sind dies die Locomotiv- und die Wagenremisen. Die ersteren führen auch die Bezeichnung »Heizhäuser«, da in ihnen die Indienststellung der Locomotiven stattfindet. Heizhäuser befinden sich in der Regel nur am Ausgangs- und Endpunkte der Fahrstrecken-Sectionen, doch ist vorzusehen, daß die Heimatstation möglichst vieler Locomotiven am Orte der großen Werkstätte sich befinde.

Bezüglich der Grundformen der Locomotivremisen ist zu bemerken, daß dieselbe vorwiegend rechteckig ist; doch kommen auch kreisförmige, ovale, halbkreisförmige, polygonale, hufeisenförmige, ringförmige Remisen vor. Die kreisförmigen Remisen haben in ihrem Mittelpunkte eine Drehscheibenanlage, welche so groß sein muß, daß die größte Locomotive mit ihrem Tender darauf Platz findet. Von der Drehscheibe gehen in der Richtung der Radien die einzelnen Locomotivstände ab. Rechteckige Remisen haben mehrere parallele Geleise, welche mit den Bahnhofsgeleisen durch Weichen verbunden sind. Diese Remisen können entweder an der einen Stirnseite geschlossen sein, oder es liegen beide Stirnseiten offen, so daß die Locomotiven durchfahren können. Die Anbringung der Drehscheibe in kreisförmigen, halbkreisförmigen oder polygonalförmigen Remisen wird vielfach als unzweckmäßig



Ein Theil eines großen Bahnhofes (Mannheim.)
A A A Locomotivremisen. B, D Wagenremisen. C Wagen-Reparaturwerkstätte.

bezeichnet, weil im Falle einer Beschädigung der Scheibe, sämmtliche remisirten Maschinen blockirt wären. Gleichwohl findet man diese Anordnung sehr häufig.

Die Anlage des Heizhauses innerhalb des Bahnhofes muß die unbehinderte Zu- und Abfahrt der Maschinen zu den Zügen und den Kohlen-Abfaßplätzen ohne Kreuzung der Hauptgeleise gestatten; die freien Heizhausgeleise müssen Canäle und Wasserkrahne zum Ausblasen und Wasserfüllen besitzen; das Rangiren der Maschinen beim und im Heizhause soll ohne Beirrung der bereits remisirten Maschinen und möglichst ohne Verschiebung geschehen können. Die Drehscheiben müssen derart placirt werden, daß sie nicht in Geleisen liegen, über welche zum und vom Heizhause unaufhörlich gefahren wird, weil sie diesfalls stets im schlechten Zustande und steter Beschädigung ausgesetzt sind.

In den Remisen wird zwischen je zwei Ständern ein Krahn oder Hydrant mit Schlauch aufgestellt und ist über jedem Canal für jede Maschine ein fester Schornstein angebracht, der womöglich, nicht aber unbedingt, zum gänzlichen Herablassen auf den Schlot der Maschine eingerichtet ist. Bei runden Heizhäusern ist dessen Stellung gegen die Außenperipherie zu angemessener, um den Tender außerhalb des Thores schieben zu können. Das Dachgesparre soll einen Flaschenzug zum Anhängen von Schornsteinen, Cylindern und anderen Theilen tragen können. Zum Rauchabzug sind Laternen oder Satteldächer nöthig. Viel Licht und gute Heizbarkeit sind Haupterfordernisse für jede Remise. Als Fußboden ist Asphalt oder Holzstöckelpflasterung dem Steinpflaster vorzuziehen.

Jede in Dienst tretende Maschine muß derart bereit gemacht werden, daß sie in voller Dienstbereitschaft kurz vor Abgang des Zuges aus dem Heizhause direct ohne weiteren Aufenthalt zum Zuge oder auf das in dessen Nähe dafür bestimmte Geleise fahren kann. Das Rangiren der Maschinen im und beim Heizhause geschieht mittelst angekommener, noch im Dampf oder Bereitschaft stehender Maschinen und wird auf das Auswaschen, Ausblasen und Repariren besonders Rücksicht genommen. Solche Maschinen werden, wenn man sie entleeren mußte, mittelst der inneren Heizhauskrahne wieder gefüllt. Das Auswaschen findet bei gutem Speisewasser nach 500—800, bei schlechtem nach 300—500 Kilometer zurückgelegter Fahrt, oder nach 8, beziehungsweise 5—6 Tagen Reservedienst statt, doch bestehen hierüber, wie nicht anders zu denken, in den verschiedenen Ländern abweichende Vorschriften.

In der Regel werden die Ankommenden oder vom Dienste ins Heizhaus zurückkehrenden Maschinen zuerst umgedreht, sodann Aschen- und Rauchkasten und die angerosteten Theile gereinigt, und zuletzt der Tender mit Wasser gefüllt. Das alles geschieht auf den freien Canälen und bei deren Krahnen. Sodann fährt die Maschine in die Remise auf den mit Rücksicht auf die Tour vorbestimmten Standplatz, oder wird dahin geschoben, und entweder sofort geputzt und reparirt, oder, wenn ihre Ankunft zur Nachtzeit erfolgt, mit Tagesbeginn, wenn die Umstände nicht eine sofortige Instandsetzung erheischen.

Die außer Dienst stehenden Wagen verbleiben entweder in den Personenhallen oder sie werden in besonderen **Wagenremisen** aufgestellt. Das Verlegen der Hallengeleise mit ganzen Garnituren ist nur dort zulässig, wo der vorhandene Raum — sehr lange Hallen und viele Geleise — eine Störung des Betriebes nicht herbeiführen. Ueber die Einrichtung der Wagenremisen selbst ist nicht viel zu sagen. Je nach den Erfordernissen werden sie kleiner oder größer hergestellt und mit einem, beziehungsweise mehreren Geleisen versehen. Die Beaufsichtigung und Untersuchung der Wagen obliegt in der Regel der Heizhausleitung, beziehungsweise den Stationsvorständen. Unbedingt und jeder Zeit muß an dem Grundsatze festgehalten werden, daß jeder zum Transporte in Verwendung zu nehmende Wagen sich in vollkommen betriebssicherem Zustande sich befinden muß und keinen Mangel an sich tragen darf, durch welchen die Sicherheit des Verkehrs gefährdet oder eine Beschädigung von Personen oder Sachen herbeigeführt werden könnte.

Das letzte Glied großer Bahnhofsanlagen sind die **Werkstätten**. Sie haben den Zweck der Erhaltung des rollenden Materials, der mechanischen Ausrüstung und einschlägigen Reparaturen in Folge der Abnützung durch den Betrieb, dann der Neuherstellungen und ausnahmsweise des Neubaues von Fahrmitteln. Die Werkstätten sind selten so umfangreich und vollständig, daß in ihnen der Neubau von Locomotiven mit einigem Erfolg betrieben werden könnte.

Hingegen besitzen viele größere Bahnen vollkommen für den Wagenbau ausgerüstete Werkstätten und bauen sich ihre Wagen, besonders die Güterwagen selbst Trotz alledem bestreiten die meisten Bahnen ihren Bedarf an Fahrmitteln bei denjenigen Unternehmungen, welche sich im Besonderen mit der Construction der ersteren befassen. Neue Typen gehen nur aus diesen Etablissements hervor, und ist die Leistungsfähigkeit der größeren derselben eine sehr bedeutende.

Die nachstehende Zusammenstellung, welche keinen Anspruch auf Vollständigkeit macht, gestattet einen orientirenden Ueberblick auf die hier in Frage kommenden Unternehmungen in Deutschland, Oesterreich und der Schweiz.

Locomotivfabriken.

Firma der Fabriken	Jährliche Leistung	Zahl der bis 1891 gelieferten Locomotiven
Deutschland.		
1. A. Borsig in Berlin	?	?
2. Berliner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals L. Schwarzkopf) . .	120—150	rund 1400
3. Eßlinger Maschinenfabrik in Eßlingen bei Stuttgart mit Filiale in Cannstadt	80—100	rund 2260

Firma der Fabriken	Jährliche Leistung	Zahl der bis 1891 gelieferten Locomotiven
4. Hannover'sche Maschinenbau-Actien-Gesellschaft (vormals G. Egestorff) in Linden bei Hannover	200—250	rund 2500
5. Chr. Hagans in Erfurt	30—40 kleine Tendermaschinen	» 200 » 200
6. Henschel & Sohn in Cassel . . .	250	» 3440
7. Kraus & Comp. in München und Linz a. d. Donau	150—180	» 2400
8. v. Maffei's Maschinenfabrik in Hirschau bei München	80—100	» 1600
9. Maschinenbau-Gesellschaft in Karlsruhe	50—70	» 1300
10. Sächsische Maschinenfabrik (vormals R. Hartmann) in Chemnitz . . .	100—120	» 1800
11. Stettiner Maschinenbau-Actien-Gesellschaft »Vulcan« in Bredow bei Stettin	100	» 1100
12. Vereinigte Elsässische Maschinenfabriken in Mühlhausen (vormals André Köchlin & Grafenstaden) . .	200	» 3000
Oesterreich-Ungarn.		
13. Actiengesellschaft der Locomotivfabrik vormals G. Sigl in Wr.-Neustadt	180—200	» 3500
14. Maschinenfabrik der österr.-ungar. Eisenbahn-Gesellschaft in Wien . .	80—100	» 2250
15. Maschinenfabrik der königl. ungar. Staatsbahnen in Budapest . . .	60—70	» 330
16. Wiener Locomotivfabriks-Actiengesellschaft in Floridsdorf bei Wien . .	80—100	» 800
Schweiz.		
17. Locomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur	80—90	» 700

Eisenbahnwagen-Fabriken.

Firma der Fabriken	Jährliche Leistungsfähigkeit im Bau der	
	Personenwagen	Güterwagen
Deutschland.		
1. Actiengesellschaft Düsseldorfer Eisenbahnbedarf (vormals C. Weyer & Co.)	200—250	1600—1800
2. Actiengesellschaft für Fabrikation von Eisenbahnmaterial zu Görlitz . . .	250—300	1500—1800
3. Beuchelt & Co., Grünberg in Schlesien	—	800—1000
4. Breslauer Actiengesellschaft für Eisenbahnwagenbau	250—300	1400—1700
5. Dietrich & Co. in Niederbronn bei Reichshofen	100—200	1200—1500
6. Gebr. Gastell in Mombach bei Mainz	300	1500
7. J. Grossens in Aachen	60—80	1000—1200
8. Killing & Sohn in Hagen, Westf. .	150—200	1000—1500
9. Gebr. Lüttgens in Burbach a. d. Saar	—	1000—1500
10. Maschinenbau-Actiengesellschaft in Nürnberg (vormals Klett & Co.) .	600—700	2700—3000
11. Mecklenburgische Maschinen- und Wagenbau-Actiengesellschaft in Güstrow	200	800—1000
12. Joh. Rathgeber in München . . .	200	700—800
13. L. Steinfurt in Königsberg . . .	100—150	1000
14. G. Talbot & Co. in Aachen . . .	80—100	800—1000
15. Van der Zypen & Charlier in Köln-Deutz	300	3500
16. Waggonfabriks-Actiengesellschaft vormals Herbrand & Co. in Ehrenfeld bei Köln a. Rh.	300	1200—1500
17. Wegmann & Co. in Cassel . . .	200	1000—1500
Oesterreich-Ungarn.		
18. Ganz & Co. in Budapest, Leobersdorf bei Wien und Ratibor . . .	250	2500

Firma der Fabriken	Jährliche Leistungsfähigkeit im Bau der	
	Personenwagen	Güterwagen
19. Maschinen- und Waggonbaufabriks-Actiengesellschaft (vorm. H. D. Schmid) in Simmering-Wien	250	2000
20. F. Ringhoffer in Smichow b. Prag.	400	3000 (und 150 Tender)
Schweiz.		
21. Schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen bei Schaffhausen . .	200—300	800—1000

In der Frage, ob es vortheilhafter für Bahnen von größerer Ausdehnung sei, eine einzige große Werkstätte zu besitzen, oder mehrere kleinere Werkstätten, geht die Antwort dahin, daß die erstere Disposition (»Centralwerkstätten«) viel billiger, dabei auch viel vollkommener und zweckmäßiger ist, als der Betrieb mehrerer kleiner Werkstätten. Auch die Anlage sogenannter »Filial-Werkstätten« ist auf das Aeußerste zu beschränken und blos durch örtliche Verhältnisse gerechtfertigt. Das Ideal wäre die Anlage einer Werkstätte, wenn sie von keinem Endpunkte der Bahn mehr als 250 bis 350 Kilometer entfernt und zugleich am selben Orte die Centralremise und die Hauptlocomotivstation wäre.

In der Regel fällt die Anlage großer Centralwerkstätten mit dem Hauptverkehrsknotenpunkte der Bahn zusammen, weil die zahlreichen Familien der Beamten und Arbeiter bessere Unterkunft, genügende Schulen für die Kinder und überhaupt bessere Lebensverhältnisse finden — nicht zu vergessen die erleichterte geistig-fachliche Anregung und Ausbildung. Die Anlage an kleinen Ortschaften bedingt den Bau von Arbeiter- und selbst Beamten-Colonien, die sich schwer verzinsen.

Wir können hier in die Einzelheiten einer Werkstättenanlage nicht eingehen, da die betreffenden Einrichtungen lediglich Hilfsmittel des technischen Eisenbahnwesens sind und als Fabriksbetriebe in ein anderes Fach hinübergreifen.

In Kürze sei hervorgehoben, daß die Verschiedenartigkeit der Arbeiten eine Trennung der Gebäude nach Zwecken bedingt; es kann nicht in demselben Raum geschmiedet, gedreht und lackirt werden. Die Gruppirung dieser Gebäude ergiebt sich aus deren Bestimmung. In der Mitte, zunächst dem Maschinenhause, sind die Schmiede und die Gebäude mit den Hilfsmaschinen zu stellen, um kurze Transmissionen zu erhalten. Eine Haupttrennung hat stattzufinden zwischen den Locomotiv- und Wagenwerkstätten, welche zu beiden Seiten der das Centrum bildenden Schmiede, Dreherei und Holzbearbeitungsmaschinen zu stehen kommen. Die

einzelnen Gebäude sind: Schmiede, Gießerei, Schlosserei, Werkstatt zum Hobeln, Drehen und Bohren, eine Stellmacherei und Tischlerei, eine Sattler- und Riemerwerkstatt, eine Lackirerwerkstatt; außerdem Materialdepôts für Werkholz, Eisen, Oel, Brennmaterial, fertige Theile, altes Material. Sodann Bureaus und Zeichenateliers, Räume für die Dampfmaschinen, Höfe für Aufstellung von Glühöfen u. s. w.

In der neuesten Zeit geht man von der Anordnung von verschiedenen getrennten Baulichkeiten oder von in verschiedene Gebäudeflügel vertheilte Räumlichkeiten ab und erbaut einen einzigen großen Raum, in dem die einzelnen Betriebe installirt, die Bureaux alle untergebracht sind. Die Ausführung der Bauten ist in definitiver Weise und nicht etwa aus Holz- oder Riegelbau zu bewirken, weil die Bewegungen der Motoren, Transmissionen, Hilfsmaschinen (Dampfhämmer) &c., provisorische Bauten fortwährend in baufälligen Zustand versetzen. Indes wird von berufener Seite empfohlen, die Anlagen nicht überflüssig massiv herzustellen, da, nächst den Verhältnissen des Güterverkehrs, sich nichts so wenig voraussehen läßt, wie die Anforderungen, die sich im Laufe der Zeit an die Werkstatt stellen, welche Veränderungen mit den Baulichkeiten sich nöthig zeigen werden.

Zum Betriebe der Werkstätte wird entweder ein großer Motor, oder werden mehrere kleinere Motoren, ja selbst Locomobilen installirt. Da der Werkstättenbetrieb ein beständiger, von ziemlich gleicher Intensität ist, und einem Wechsel nur durch eine vorherzusehende Steigerung unterliegt, empfehlen sich große Dampfmaschinen, da sie einen besseren Nutzeffect gewähren, an Personale, Raum und in allen Regiepunkten geringere Ansprüche machen, als mehrere und kleinere Maschinen.

An Stationen, wohin keine Hauptwerkstätte verlegt wurde und dennoch Locomotiven installirt sind, muß eine kleine Werkstätte zunächst dem Heizhause aufgestellt werden. Dampfkraft ist hierfür erforderlich, es müßte sich denn um eine Heizhausstation handeln, deren Maschinen im regelmäßigen Turnus nie die Centralwerkstätte berühren, wo sie etwa geringere Herstellungen, z. B. Auswechseln der Lauf- oder Tenderräder, etlicher Lager, Kolben oder Schieber und anderer Theile, welche höchstens drei Tage erheischen, erhielten.

2. Die Eisenbahn-Telegraphen und das Signalwesen.

Zu den sinnreichsten Einrichtungen, welche das Eisenbahnwesen aufzuweisen hat, gehören diejenigen, die zur Vermittelung aller den Betrieb regelnden Verständigungen, seine Sicherheit gewährleistenden Maßnahmen dienen. Die Mittel hierzu sind Telegraph und Signal, die man passender Weise die »Sprache im

Eisenbahnbetriebe« genannt hat. Sie sind die technischen Formen, durch welche Willen und Gehorchen, Kundgebung und Maßnahme auf räumliche Entfernungen vermittelt werden. Für die Allgemeinverständlichkeit und sichere Handhabung der Ausdrucksformen einer Sprache ist die Grundbedingung, daß sie einheitlich seien: daß überall und unwandelbar dasselbe Wort denselben Begriff ausdrücke. Das Gleiche gilt vom Signalwesen, dessen Zeichen das lebendige Wort ersetzen. Die zweite Hauptbedingung sind Kürze und Exactheit der Ausdrucksweise, welche Zweifel oder Mißverständnisse ausschließen. Die Kürze der zu übermittelnden Signalbegriffe erhöht deren Verständlichkeit, was in Anbetracht der zumeist auf einer niedrigen Bildungsstufe stehenden Functionäre, für welche der Signalcodex bestimmt ist, von Wichtigkeit ist. Die Exactheit der Ausdrucksweise hinwieder verhindert Mißgriffe und Gefahren, sie festigt die Wirksamkeit des ganzen Apparates und gestaltet ihn zu einem unter normalen Verhältnissen niemals versagenden Ausdrucksmittel, welches allen Organen im gleichen Maße verständlich ist.

Wie die menschliche Sprache ihre correcte Gestaltung durch Ausmerzung alles überflüssigen Wortschwalles erhält, im gleichen Sinne die Signalsprache. Alle Complicationen sind vom Uebel. Noch in verhältnißmäßig kurzer Zeit lag das Signalwesen sehr im Argen, und zwar deshalb, weil vielgestaltige staatliche Einflüsse einheitlichen Signalvorschriften entgegenarbeiteten. Anderseits wirkte der doctrinäre Geist, der über das praktisch Zweckmäßige hinaus unerreichbaren Vollkommenheiten zustrebte, lähmend auf eine gedeihliche Entwickelung des Signalwesens. Zahlreiche Experimente führten zu einer fortschreitenden Trübung der thatsächlich vorhandenen Bedürfnisse, indem eine unübersehbare Zahl von Ausdrucksmitteln gegen das oberste Gesetz jeder zweckmäßigen Einrichtung: Klarheit und Kürze, versündigte. Zur Zeit der höchsten Entwickelung dieses Zustandes wurde beispielsweise auf österreichischen und deutschen Bahnen der Ausdruck von über 80 Begriffen durch Signale erfordert und mit ungefähr 800 verschiedenen Signalformen geleistet, während die englischen Bahnen ihre weit complicirteren Betriebe durch den Ausdruck von circa 14 Begriffen in 48 Formen sicherten. Während das Signalbuch der größten englischen Bahn — der London Northwestern-Bahn — aus einem Heftchen von wenigen Blättern bestand, erreichten die Signalbücher mancher continentalen Bahn den Umfang eines starken Bandes.

Nächst der Complicirtheit und relativen Unklarheit krankte das Signalwesen durch geraume Zeit in den häufigen Modificirungen der betreffenden Vorschriften, wenn sie auch zu principiellen Verbesserungen führten. Mit Recht bemerkt, auf diesen Sachverhalt sich beziehend, M. M. v. Weber, daß als das sicherndste Element in einem Signalsystem ein nüchternes, besonnenes, seine Pflichten kennendes und heilig haltendes Personal bezeichnet werden muß. »Ein solches wird sich aber nur da erzeugen, wo die Ausübung des Dienstes, durch Unwandelbarkeit der Functionen zur mechanischen Geläufigkeit geworden ist, die das Richtige mit ganz unwillkürlichem Griffe findet. Der Signalmann, der häufig neue Instructionen auswendig

lernen, neue Handhabungen einüben muß, wird ein schlechter Signalmann sein. Das Unvollkommene, das Altgewohnte, Geläufige und Wohlgeübte wird im Eisenbahnwesen immer sichernder sein, als das vortrefflichste Neue, das aber zu seiner Manipulation der zweifelnden Ueberlegung bedarf, zu der beim Eisenbahnbetriebe oft keine Zeit ist.«

Die Meinungen über das Maß des sichernden Einflusses der verschiedenartigen Signalgattungen sind zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten sehr wechselnd gewesen. Gewiß ist, daß es sehr frequente Bahnen gegeben hat und giebt, denen die eine oder andere Gattung der Signale ganz fehlt, die mit außerordentlich einfachen Signalformen betrieben werden und dennoch ein hohes Maß von Sicherheit aufweisen — während andere, mit allen Sicherungsmitteln, welche das Signalwesen nur bieten kann, ausgerüstet, weit weniger günstige Sicherheitsresultate ergeben. Trotzdem hat das in manchen Staaten herrschende Bestreben nach Uniformität beziehungsweise Verallgemeinerung der Vorschriften zu obligatorischen Einrichtungen geführt, die zu argen Mißverhältnissen Anlaß gaben. Waren nämlich dieselben für Hauptbahnen begründet, so mußten sie logischerweise die Nebenbahnen in unökonomischer Weise belasten. Der schwächstfrequentirten, nur durch größte Sparsamkeit ihre Existenz fristenden Bahn, deren dünner, langsamer Verkehr zu seiner Sicherung vielleicht fast gar keiner Signalvorkehrungen bedurfte, wurde der complicirte Signalapparat aufgebürdet, dessen die frequenteste, mit Expreß-, Schnell- und zahlreichen anderen Zügen verschiedenster Geschwindigkeit befahrenen Bahn zur Manipulation und Sicherung ihres complicirten großen Verkehres bedurfte.

Der Telegraph gehört nicht eigentlich zu den Signalmitteln, doch bildet er einen wichtigen Behelf zum Austausche von Nachrichten, durch welche der Bahnbetrieb gesichert und der Verkehr überhaupt erst ermöglicht wird. Zwischen Telegraph und Signal liegt ferner der principielle Unterschied, daß ersterer Auskünfte, Wahrnehmungen oder Befehle in räumlich bedeutenden Erstreckungen bewirken kann, während das Signal, welches sinnlich wahrgenommen werden muß, zwischen Punkten von beschränkter Entfernung zu functioniren hat. Seit Ausnützung der Elektricität als fernwirkende Kraft sind übrigens die Signalvorkehrungen unabhängig von den in Frage kommenden Entfernungen gemacht worden. Das durch die Elektricität hervorgerufene Signal kann ohne Kraftanstrengung seitens des Signalisirenden augenblicklich gegeben werden und ist die Verbindung des Signalstandortes mit dem Absendungsorte leichter herzustellen, wie bei jeder anderen Anlage; selbst die gefürchteten störenden Beeinflussungen durch atmosphärische und tellurische Elektricität lassen sich bis zu einem gewissen Maße unschädlich machen.

Die ersten bei den Eisenbahnen in Anwendung gekommenen Telegraphen waren der Nadeltelegraph von Wheatstone und der Zeigerapparat von Fardely. Verbesserte Constructionen verschafften diesen Apparaten selbst dann noch große Verbreitung, als der Morse'sche Schreibtelegraph die allgemeine Auf-

merksamkeit auf sich lenkte. Merkwürdigerweise überschätzte man die Schwierigkeit der Dienstausübung beim Morse'schen Schreibtelegraphen, indem man die Umständlichkeit der Erlernung des telepraphischen Spieles fürchtete. Sobald dieses Vorurtheil durch die Erfahrung gebrochen war, verdrängte das Morse'sche System sehr bald alle anderen Einrichtungen, oder führte zu combinirten Einrichtungen, wie beispielsweise auf den nordamerikanischen Bahnen, wo die schreibenden Zeichenempfänger durch sogenannte »Klopfer« ersetzt sind, von welchen die Depeschen nach dem Gehör gewonnen werden. In Frankreich und Belgien hat man versucht, für die Morse'sche Correspondenz »Sender« zu construiren, die wie jene Zeigertelegraphen gehandhabt werden können (System Galget). In England, das bezüglich der Signaleinrichtungen bahnbrechend gewesen ist, blieb man bezüglich des Telegraphen conservativ; es wird hier noch vorwiegend der Nadeltelegraph von Wheatstone und Cooke benützt.

Die größeren Eisenbahnen besitzen in der Regel eine Telegraphenlinie, durch welche die Centralleitung mit den wichtigsten Stationen bis zu den Endpunkten der Bahn direct verbunden ist. Dies ist die sogenannte »Hauptlinie«. Eine zweite Linie, welche alle zwischen zwei Hauptstationen (»Dispositionsstationen«) liegenden Stationen der Reihe nach untereinander verbindet, wird »Omnibusleitung« (oder »Betriebslinie«) genannt. Zu diesen beiden Leitungen kommt in vielen Fällen noch eine dritte Linie, welche die telegraphische Verbindung von Station zu Station herstellt und häufig zugleich für Signalgebung benützt wird. Für gewisse Zwecke wird eine Telegraphenlinie gleichzeitig sowohl für die elektrische Signalisirung als auch zur Vermittelung telegraphischer Correspondenzen ausgenützt. Diese doppelte Verwendbarkeit der Telegraphenleitung wird dadurch ermöglicht, daß man die empfindlicheren Telegraphenapparate durch eine Verstärkung oder Schwächung des circulirenden Stromes dienstbar machen kann. Diese Stromvermehrung — beziehungsweise Stromverminderung — darf natürlich eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, da sonst auch die gröber adjustirten, daher minder empfindlichen Signalapparate hierdurch beeinflußt werden könnten.

Zum besseren Verständnisse dieses Sachverhaltes ist es erforderlich, einen orientirenden Blick auf die Anordnung der Elektricitätsquelle in Bezug auf die einzelnen zu einer vollständigen Telegrapheneinrichtung gehörigen Apparate zu werfen. In Bezug auf den Unterschied, welcher in dem Verhalten der Elektricitätsquelle während des Ruhezustandes des Schließungskreises und jenem während der Zeichengebung besteht, unterscheidet man: 1. den »Arbeitsstrom«, bei welchem die Elektricitätsquelle in der Ruhelage der Apparate nicht in Thätigkeit und aus dem Stromkreise ausgeschaltet ist und erst, wenn telegraphirt wird, durch den Zeichengeber eingeschaltet wird; 2. den »Ruhestrom«, bei welchem die Elektricitätsquelle im Ruhezustande der Apparate in fortgesetzter Thätigkeit sich befindet, selbe daher direct in den Stromkreis eingeschaltet ist; den »Gegenstrom«, bei welchem zwei gleich starke, aber in entgegengesetzter Richtung wirkende, in einem und denselben

Stromkreis eingeschaltete Elektricitätsquellen sich in ihren Wirkungen gegenseitig aufheben. Bei letzterem Systeme wird, trotzdem die Elektricitätsquellen in den Schließungskreis eingeschaltet sind, derselbe stromlos erscheinen.

Die zwei Hauptformen, bei welchen in den Pausen zwischen der Zeichengebung die Elektritität squelle thätig, also im Schließungskreis verbleiben, erfordern zur Zeichengebung entweder einfach die Wegbringung der Elektricitätsquelle beziehungsweise die Hemmung ihrer Wirkung, oder die Abänderung dieser Wirkung hinsichtlich der Stärke oder hinsichtlich der Richtung. Im ersteren Falle heißt dann die Anordnung »Ruhestromschaltung«, im zweiten »Differenzstromschaltung«, im dritten »Wechselstromschaltung«.

Die Elemente, aus welchen sich eine Telegraphenleitung zusammensetzt, sind: die Elektricitätsquelle, die Leitung, der Sender und Empfänger, und die Nebenapparate. Von der Elektricitätsquelle war bereits die Rede. Was die Leitung anbetrifft, so bezweckt sie, was schon der Name besagt, die Herstellung eines geschlossenen Stromkreises.


Anlage der Erdleitung.

Man unterscheidet oberirdische und unterirdische Leitungen, d. h. solche, welche offen längs geeigneter Stützen, und solche, welche in unterirdischen Canälen, wohl isolirt, geführt werden. Die erste Eisenbahn-Telegraphenleitung in Deutschland, jene auf der geneigten Ebene bei Aachen, war allem Anscheine nach eine unterirdische, weil es erwiesen ist, daß die von Fardely an der Taunusbahn im Jahre 1844 angelegte Leitung die erste in der Praxis angewendete Luftleitung auf dem Continente gewesen ist. Der hierzu verwendete Kupferdraht ruhte auf niederen, hölzernen, etwa 40 Meter von einander entfernten Pfählen, welche zu diesem Zwecke Einschnitte mit Unterlagen aus getheertem Filz hatten.

Die Telegraphenleitungen bestehen in der Regel aus folgenden Theilen: der Erdleitung, der Luftleitung, der Einführung (Verbindung der Außenleitung mit der Bureauleitung) und der Bureauleitung. Durch die Möglichkeit, die Erde als Leiter verwenden zu können, werden ganz außergewöhnliche Vortheile gewonnen, indem nicht nur die sonst erforderliche zweite Leitung gänzlich erspart, sondern zugleich an Stromstärke gewonnen wird, da der Widerstand der Erdleitungen im Verhältnisse zu dem Widerstande der zweiten Leitungen sehr gering ist. Zur Anlage von Erdleitungen verwendet man bekanntlich zumeist Metallplatten (Kupfer, Eisen oder Blei), welche so tief in den Boden versenkt werden, daß sie bis an den Spiegel des Grundwassers reichen. Läßt sich aus irgend einem Grunde (ungünstiges Erdreich, zu tiefe Lage des Grundwasserspiegels) eine derartige Anlage nicht herstellen, so bedient man sich mit Vortheil der obenstehend abgebildeten Anordnung. Eine etwa 2 Meter tiefe und $1^1/_2$ Quadratmeter im Querschnitt haltende Grube wird zunächst am Boden mit einer 10 Centimeter dicken Lage von kleinen

Coaksstücken belegt, diese Schichte wird festgestampft und hierauf das Bleirohr, welches etwa 30 Centimeter über die Grube hervorzuragen hat, versenkt. Zuletzt wird die Grube unter fortwährendem Begießen und Stampfen bis ein Kleines unter dem natürlichen Niveau ausgefüllt. Zu oberst kommt eine Schicht humusreicher Erde zu liegen.

Die **Luftleitungen** setzen sich aus dem Leitungsdraht, den Trägern, den Isolatoren und den Isolatorenträgern zusammen. Als Leitungsmaterial wird in der Regel verzinkter oder auch blos in Oel gesottener Eisendraht von 3—5 Millimeter Durchmesser, für Zuleitungen von der Hauptleitung bis zum Einführungsträger verzinkter oder in Oel gesottener Eisendraht von 3 Millimeter Durchmesser verwendet. In neuester Zeit ist für die Zuleitung zumeist Siliciumbronzedraht von 1—2 Millimeter Durchmesser im Gebrauche. Zur Führung der Leitungen vom Einführungsträger durch die Mauern und die Bureaulocalitäten werden Kupferdrähte, welche mit einem isolirenden Ueberzuge von Guttapercha, der außerdem mit asphaltirtem Hanf oder sonst gut imprägnirter Pflanzenfaser umwickelt ist, verwendet,

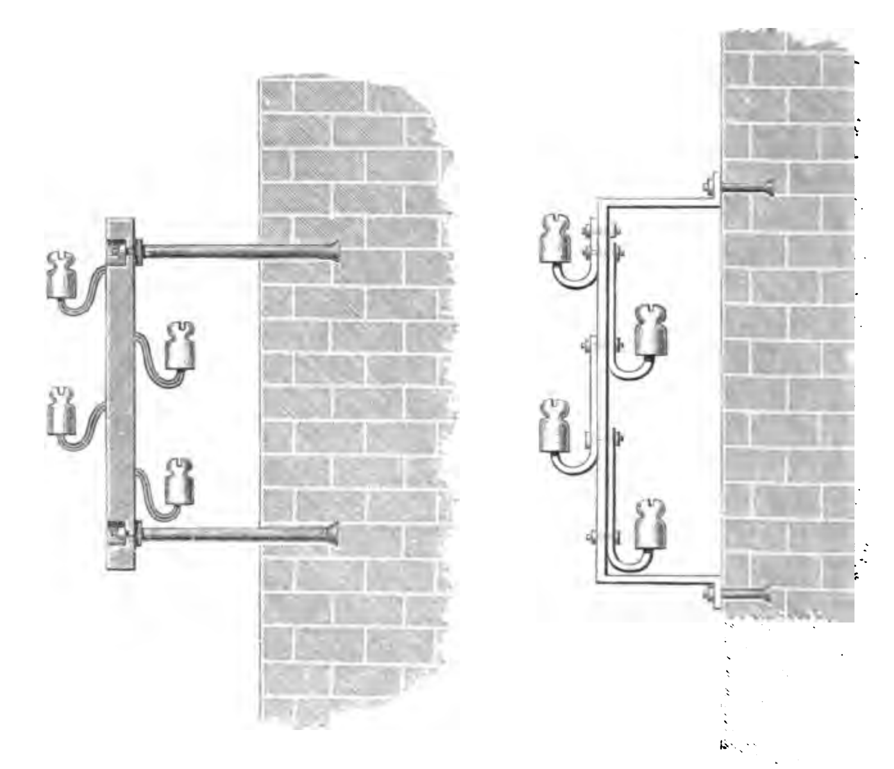

Doppelsäule.

Die Drahtstücke (Adern) haben eine Länge von 800—1000 Meter und müssen untereinander nicht nur in gutem metallischen Contact gebracht, sondern auch so fest verbunden sein, daß sie der bedeutenden Spannung, der sie ausgesetzt sind, entsprechend widerstehen. Die Bünde müssen demnach solid hergestellt und durch Verlöthen oder durch Ueberzüge (Blei, Guttapercha) vor Oxydation geschützt werden. Für die Führung der Leitungen innerhalb der Bureaus werden ebenfalls isolirte Drähte, und zwar sogenannte Wachsdrähte (mit Baumwolle umsponnen, nachträglich in Wachs, Paraffin oder Ceresin getränkte Kupferdrähte) verwendet.

Zur Unterstützung der Drähte der Luftleitungen dienen in bestimmten, den Lageverhältnissen entsprechenden Abständen aufgestellte hölzerne oder eiserne Träger. Die ersteren sind fast allgemein im Gebrauche, während eiserne Träger nur dort (z. B. in Städten) verwendet werden, wo es sich um eine gefälligere Form der Leitungsanlage handelt. Für die hölzernen Stützen werden hauptsächlich Kiefern- und Lärchenstangen verwendet. Ihre Länge und Stärke richtet sich nach der Zahl der Drähte und schwankt zwischen 6 bis 11 Meter. Die Anordnung von Doppelsäulen ergiebt sich aus der Nothwendigkeit, einer größeren Zahl nebeneinander laufenden Leitungen eine solide Stütze zu geben. Zur Zeit werden die hölzernen Telegraphensäulen fast

ausnahmslos imprägnirt und wird das Kopfende kegelförmig zugespitzt und mit einem Oelanstriche versehen, um das Eindringen des atmosphärischen Wassers zu verhüten.

Zur Führung der Leitungen an Felswänden, Mauern, Gebäuden, Brücken und in Tunnelen, also überall dort, wo die Aufstellung von Säulen entweder nicht möglich oder überflüssig ist, bedient man sich der sogenannten »Mauerbügel«, welche meist aus Eisen sind. Sind die Leitungen durch die örtlichen Verhältnisse einer raschen Zerstörung preisgegeben (z. B. in nassen Tunnelen) oder erheischen



Mauerbügel.

es andere Umstände (z. B. Platzmangel auf Bahnhöfen), daß von der Aufstellung von Stangen abgesehen werde, so schaltet man in die Luftleitungen Kabelleitungen ein, die in Tunnelen mit Klemmen befestigt und mit einem Schutzdache versehen, oder in Röhren gelegt, beim Durchsetzen von Flüssen wohlverankert ins Flußbett gelagert und auf Bahnhöfen in die Erde versenkt werden.

Die Isolirung des Drahtes von Stützpunkt zu Stützpunkt besorgt die atmosphärische Luft, an den Stangen und Trägern aber, welche den Strom in die Erde leiten könnten, müssen die Berührungspunkte isolirt werden. Es geschieht dies durch schlechte Leiter (»Isolatoren«), welche aus Glas, Guttapercha, vorzugsweise aber

aus Porzellan bestehen. Sie haben Glockenform und werden auf eiserne Träger (»Winkelträger«) aufgegypst.

Die Form der Isolatoren begünstigt sehr das Abrinnen der feuchten Niederschläge. Häufig sind die Glocken im unteren Theile mit doppelten Wandungen versehen. In neuerer Zeit werden zur Erhöhung der isolirenden Wirkung nur sogenannte Doppelglocken, und zwar zumeist in drei Größen verwendet. Der Leitungsdraht wird entweder um den Hals der Isolatorglocke umgewickelt, oder auf deren Kopf aufgelegt, oder seitlich angebracht und mit Bindedraht festgemacht, oder durch die im Kopfe angebrachte Oeffnung durchgesteckt. Zu letzterer Anordnung bedient man sich der kleinsten Glocken.

Die Leitungen der Eisenbahnen unterscheiden sich principiell in nichts von jenen der Staatstelegraphen. Zu bemerken ist, daß die ersteren nicht nur dem Telegraphenbetriebe entsprechend, sondern auch mit Rücksicht auf die Bahnsicherheit ausgeführt sein müssen. Die Stangen müssen demgemäß derart angebracht sein, daß sie im Falle des Umstürzens kein Geleise verlegen, die Weichenständer, Zug-



Einführungsschläuche.

schranken oder Signalkörper nicht beschädigen können. Ferner dürfen die Stangen niemals in die Gesichtslinie der optischen Bahnsignale gestellt werden. Auch soll das Ueberspannen der Bahngeleise nach Thunlichkeit vermieden werden.

Ueber die Einführungen ist Bemerkenswerthes nichts zu sagen. Die offene Leitung wird von irgend einer sich hierzu eignenden Säule (der »Zuführungssäule«) mittelst Abzweigung an das Gebäude geführt und hier an den sogenannten »Zuführungsträger« festgemacht. Soll eine größere Anzahl von Drähten eingeführt werden, so ordnet man zwei Träger an, einen größeren und einen kleineren, welch' letzterer unmittelbar unter der Einführungsöffnung angebracht wird. Da die Drähte von der Mauer, durch welche sie geführt werden, isolirt sein müssen, unterbringt man sie in aus Ebonit oder Porzellan bestehenden Einführungsschläuchen von vorstehend abgebildeter Form. Mit Vortheil werden auch Einführungsplatten aus Porzellan, deren eine an der Außenseite der Mauer, die andere an der Innenseite angebracht ist, angewendet. Um hierbei das Abrinnen des Niederschlagswassers in die Löcher der Außenplatte zu verhindern, bringt man sie höher an als den Einführungsträger, wodurch die Tropfen nach letzterem hin abrinnen. Außerdem schützt man die Platte durch ein kleines Regendach aus Blech.

Zur Isolirung der Bureauleitungen dienen Führungsbretter und Führungsleisten, welche direct an die Mauer befestigt werden. Bei den Führungsleisten werden in dieselben Porzellannägel eingeschlagen, die Drähte schraff gespannt und zur Befestigung um die Köpfe der Nägel so herumgewunden, daß selbe die Leisten nicht direct berühren. Die Befestigung an den Führungsbrettern erfolgt entweder in gleicher Weise oder dadurch, daß in die Bretter eine der Anzahl der Drähte entsprechende Anzahl Nuthen eingehobelt, die ersteren in letztere eingelegt und mittelst Drahtklammern an das Brett festgeheftet werden.

Es wurde schon einmal gesagt, daß die Leitungsverbindungen solid hergestellt und durch entsprechende Maßnahmen vor der Oxydation geschützt werden müssen. Die beistehenden Abbildungen veranschaulichen die Art und Weise der Verbindungen. Die eine stellt den sogenannten »Würgebund«, die andere den »Wickelbund« dar. Der erstere ist leichter zu bewerkstelligen, der letztere hingegen wirksamer. Jede Leitungsverbindung ist mit vollkommen metallisch blank gemachten Drahtenden zu bewirken. Der Bund daselbst ist zu verlöthen, und wo dies nicht durchführbar, mit feinem Kupferdraht zu umwickeln.



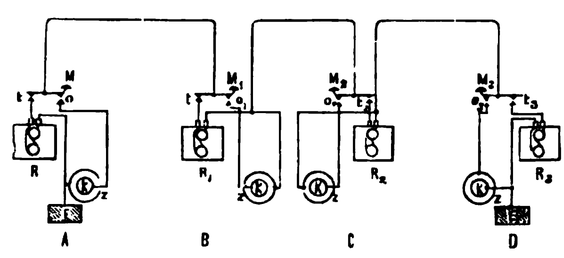
Würgebund. Wickelbund.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle der Telegraphenapparate in eingehender Weise zu gedenken. Es genügt wohl, darauf hinzuweisen, daß die bei den Eisenbahntelegraphen in Verwendung kommenden Apparate diejenigen jeder großen Telegraphenanlage sind, mit einigen für den Eisenbahnbetriebsdienst nothwendigen, im Uebrigen ganz unwesentlichen Modificationen. Das herrschende System ist das Morse'sche. Die bei demselben in Verwendung kommenden Apparate sind: der Empfänger oder Schreibapparat, der Zeichengeber oder Taster, das Relais, die Boussole, der Umschalter (oder Linienwechsel) und die Blitzschutzvorrichtung. Der Schreibapparat ist entweder der »Reliefschreiber« (Eindrücke der Zeichen mittelst eines Stahlstiftes) oder der »Farbschreiber« (farbige Zeichen). Der letztere hat sich erst neuerdings in den Eisenbahndienst einzubürgern begonnen. Bei jedem Schreibapparate sind zu unterscheiden: der Elektromagnet, die Schreibvorrichtung, die Papierführung.

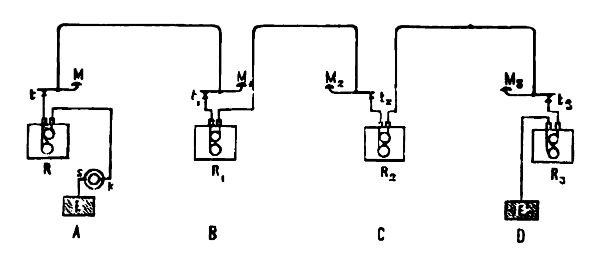
Im Großen und Ganzen hat das Telegraphenwesen der Eisenbahnen mit der Entwickelung des Verkehrs gleichen Schritt gehalten; jeder Steigerung der Ansprüche des Dienstes hat man zu entsprechen angestrebt, und so ist es gekommen, daß man sich mit den die Stationen untereinander verbindenden Telegraphen (Stationstelegraphen) nicht mehr begnügte, sondern auch die einzelnen Posten der Streckenbewachungsorgane einbezog, oder endlich dahin abzielte, den Zug selbst mit den Stationen oder mit anderen Zügen in telegraphische Verbindung zu

bringen. Eine Besonderheit der Eisenbahnen ist es, daß sie häufig dem Signaldienst gewidmete Leitungen gleichzeitig auch für Correspondenzzwecke ausnützen. Auf diese Weise kann eine zweite Sprechlinie oder eine Sprechlinie überhaupt erspart, beziehungsweise eine vornehmlich für Hilfstelegraphenzwecke geeignete Linie gewonnen werden. In der Regel ist es die Läutewerkslinie (Glockenlinie), welche dem zweifachen Zwecke dienstbar gemacht wird.

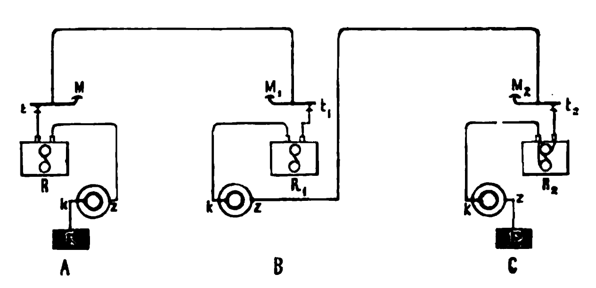
In Bezug auf die Lage der Stationen in einer Telegraphenleitung unterscheidet man Zwischenstationen und Endstationen. Die Art und Weise der Verbindungen der Zwischenstationen ist aus den nebenstehenden Figuren zu ersehen, und zwar bei der ersten für Arbeitsstrom, bei der zweiten für Ruhestrom. Bei der Ruhestromschaltung ist für sämmtliche Telegraphenstationen nur eine Batterie erforderlich und bleibt sich die Wirkung vollkommen gleich, ob die ganze Anzahl der verwendeten Elemente in einer Station untergebracht wird, oder ob dieselbe, wie sich dies aus mancherlei Gründen empfiehlt, auf mehrere oder sämmtliche Stationen vertheilt wird. Das hier abgebildete Stromlaufschema zeigt eine derartige Vertheilung der Batterien auf die einzelnen Stationen und ist die Gesammtsumme der in den einzelnen Stationen vertheilten Elemente so groß, als die Batterie Elemente enthalten müßte, wenn selbe nur in einer Station aufgestellt wäre. Es ist völlig gleichgiltig, ob diese Batterie am Anfange, am Ende, oder in der Mitte der Leitungskette aufgestellt ist.



Verbindung der Zwischenstation für Arbeitsstrom.



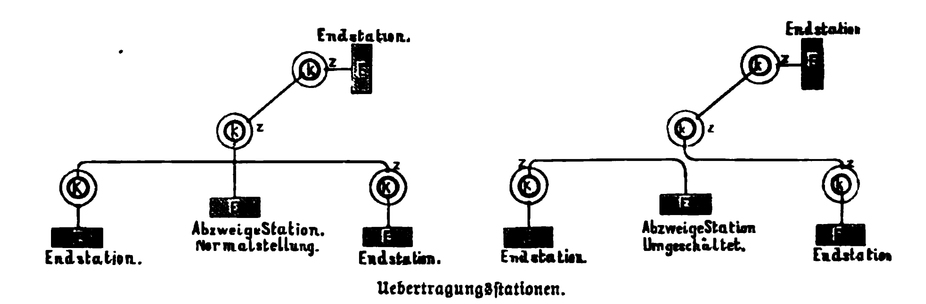
Verbindung der Zwischenstation für Ruhestrom.



Ruhestromschaltung mit Vertheilung der Batterien auf die Stationen.

Wenn in einer Endstation zwei Telegraphenlinien zusammenstoßen, deren eine gewissermaßen die Fortsetzung der anderen Telegraphenlinie bildet, so wird,

speciell im Eisenbahndienste, bei welchem der Inhalt einer Depesche für sämmtliche Stationen von Wichtigkeit ist, die Uebertragung dieser Depeschen von der einen Linie auf die andere nothwendig werden. Es geschieht dies in der Regel durch einfache Umsteckung der Stifte, wodurch beide Linien direct miteinander verbunden werden. Eine solche Station, welche für jede der beiden Linien ein separates Apparatensystem haben muß, wird »Uebertragungsstation« genannt. Läuft jedoch die eine Telegraphenlinie durch die Station durch, so daß selbe für diese Leitung als Mittelstation zu betrachten ist, und zweigt von dieser Station eine zweite Telegraphenlinie ab, für welche diese Station als Endstation anzusehen kommt, so nennt man eine solche Station »Abzweigestation«. Auch hier wird die Uebertragung von Depeschen von der einen oder anderen Linie auf die Zweiglinie stattfinden können, doch ist diese Uebertragung nur einseitig möglich, und zwar von demjenigen Theile der Linie, in deren Ausgangsstation der gleiche Batteriepol zur Erde geht, wie in der Abzweigestation für die Zweigleitung. Es würden sich



Uebertragungsstationen.

sonst, wie dies die beigefügte schematische Darstellung veranschaulicht, die Batterien entgegenwirken.

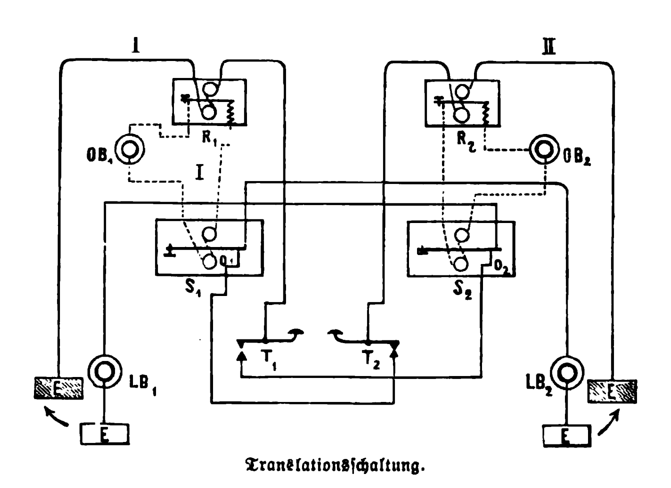
Sind die beiden in einer Station zusammenstoßenden Telegraphenleitungen so lange, daß bei einer directen Verbindung der Telegraphenbetrieb nicht vollständig gesichert ist, so bedient man sich zur Vermittelung der Correspondenz zwischen der einen Linie und der anderen gewisser Vorrichtungen, welche die Zeichen automatisch übertragen. Dieselben unterbrechen bei Ruhestrom, wenn die eine Leitung unterbrochen wird, die zweite Leitung, und bewirken bei Schluß des Stromkreises in der ersten Leitung das Gleiche in der zweiten Leitung. Diese Vorrichtungen werden »Uebertragungsvorrichtungen« oder Translationen genannt und heißen die betreffenden Stationen »Translationsstationen«.

Zur Erklärung dieses Sachverhaltes diene die umstehende Figur, welche absichtlich eine falsche Translationsschaltung zeigt, um die Unmöglichkeit der Translationsverbindung auf diesem Wege klarzulegen. Die Figur stellt zwei in eine Station einmündende Linien dar, mit je einem gesonderten Apparatensystem; die Linien sind derart geführt, daß der Strom der ersten Linie durch den Contact des Schreibapparates der zweiten Linie und der Strom der zweiten Linie durch

den Contact des Schreibapparates der ersten Linie hindurchgeht. Die beiden Stromkreise sind in der Ruhelage geschlossen. Die Anker der Schreibapparate sind, da die Localkette nicht geschlossen ist, von den Elektromagneten abgerissen.

Wird nun beispielsweise auf der Linie I der Strom durch Tasterdrücken unterbrochen, so wird der Relaisanker des zugehörigen Apparatensystems I abgerissen, schließt die Localkette und bewirkt hierdurch die Anziehung des Ankerhebels am Schreibapparate. Durch diese Anziehung wird der Contact O_1 für die zweite Linie aufgehoben und somit der Strom in der zweiten Linie unterbrochen.

Diese Unterbrechung bewirkt aber durch Schluß der Localkette die Anziehung des Ankerhebels des zweiten Schreibapparates und hierdurch die Unterbrechung der ersten Linie durch Aufhebung des Contactes bei O_2. Es werden also beide Linien unterbrochen, und selbst wenn der Taster wieder in die normale Lage zurückkehrt, unterbrochen bleiben.



Translationsschaltung.

Eine Correspondenz wäre daher absolut unmöglich. Um eine automatische Unterbrechung möglich zu machen, muß diese rückwirkende Unterbrechung der einen Linie auf die andere beseitigt werden. Dies wird dadurch erzielt, daß man an jedem Schreibapparate noch einen zweiten Contact anbringt, durch welchen der Localstrom der zweiten Linie hindurchgehen muß. Hierdurch wird auch dieser Localstromkreis unterbrochen, wenn eine Anziehung des Ankerhebels erfolgt. Nun wird durch den Schreibapparat der ersten Linie zu gleicher Zeit die zweite Linie unterbrochen und ein Schließen des zweiten Localstromkreises unmöglich gemacht, der zweite Schreibapparat kann nicht zum Sprechen gelangen und somit auch nicht die zweite Linte unterbrechen.

Im Eisenbahndienste tritt der Fall häufig ein, daß manche ganz bestimmte Nachrichten, beispielsweise das Uhrzeichen, von einer Centralstelle möglichst rasch und gleichzeitig an alle Stationen des ganzen Bahnnetzes befördert werden sollen, daß aber für eine gegenseitige directe Correspondenz kein Bedürfniß vorliegt. In diesen Fällen bedient man sich der Halbtranslationen, welche wohl die Correspondenzübertragung nach einer Richtung, nicht aber auch in entgegengesetzter Richtung gestatten. Durch diese Halbtranslationen ist man in der Lage, eine Mittheilung gleichzeitig auf eine unbeschränkte Anzahl von Zweiglinien zu übertragen.

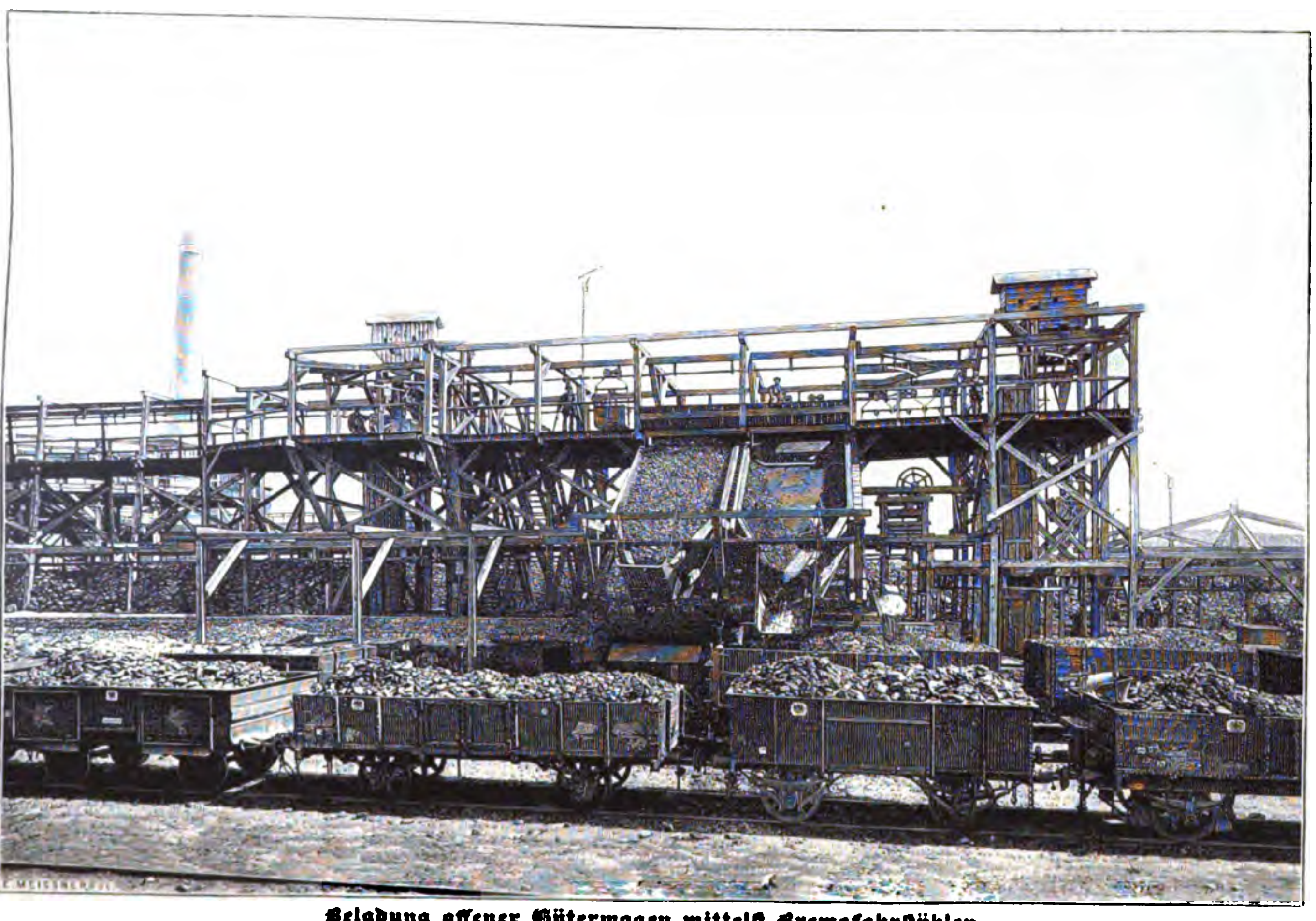
. . . Die Einrichtung ist eine äußerst einfache, indem man den Strom der Zweiglinie durch den Morseapparat der correspondirenden Linie hindurchleitet und denselben durch die Bewegung des Ankerhebels unterbrechen und schließen läßt. Eine rückwirkende Unterbrechung ist aus dem Grunde ausgeschlossen, weil die correspondirende Linie nicht durch den Schreibapparat der Zweiglinie hindurchgeht, somit durch die Bewegung desselben nicht beeinflußt wird. (Vgl. »Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen«, von Bauer, Prasch und Wehr, S. 137—153.)

Wo die Entfernung einer Bahnstation zu einer anderen beträchtlich ist, wird es für die schleunige und sichere Durchführung des Dienstes bei außergewöhnlichen Ereignissen, also insbesondere zum Zwecke der Herbeirufung rascher Hilfe, von größtem Vortheile sein, wenn auch von einer entsprechenden Anzahl von Punkten der laufenden Bahnstrecke aus eine telegraphische Verbindung mit der nächsten Station besteht. In der Regel sind solche Streckentelegraphen in den Wärterbuden untergebracht und werden daselbst bei Bedarf in die Hilfslinie eingeschaltet, nach der Gebrauchsnahme aber wieder ausgeschaltet. Mitunter sind für die Einschaltung des Streckenapparates die Leitungszuführungen und Einschaltvorrichtungen in den Läutewerksbuden (hierüber später) angebracht und der Apparat, der für gewöhnlich im nächsten Wächterhause deponirt ist, wird im Bedarfsfalle in die Läutebude gebracht, dort eingeschaltet und benützt, und hierauf wieder nach seinem Aufbewahrungort zurückgebracht.

* * *

Während die Eisenbahntelegraphen sich aus den Einrichtungen des Staatstelegraphen heraus entwickelt haben, ist das Signalwesen aus den unmittelbaren Bedürfnissen des Eisenbahnverkehrs hervorgegangen, nämlich aus dem Zwange, den Gefahren zu begegnen, welche an sich durch die bewegten Massen für Personen und Sachen, oder unter besonderen Tracen- oder Bauverhältnissen der Bahnen erwuchsen. Außerdem konnten und sollten die Signalmittel die mit der Betriebsführung verbundenen Manipulationen vereinfachen, beschleunigen und erleichtern. Schließlich beeinflußten Ausdehnung und Dichte des Verkehrs und andere Factoren die Ausgestaltung der verschiedenen Signalsysteme.

Die Entwickelung des Signalwesens war eine langwierige und complicirte. Wir haben in den einleitenden Zeilen zu diesem Capitel das Princip des Signales erläutert und zugleich dargethan, inwieweit eine Beeinflussung seitens der staatlichen Factoren im günstigen oder ungünstigen Sinne platzgegriffen hat. Es hat langer Zeit und vielfacher Experimente bedurft, um schließlich jene Klärung des gesammten Signalwesens herbeizuführen, welche an Stelle des Chaos ein allen Bedürfnissen entsprechendes, in ihrer Wirksamkeit wohldurchdachtes System setzen. Demgemäß kann das Signalwesen, wie es zur Zeit den Eisenbahnen dienstbar gemacht ist, als abgeschlossen angesehen werden, wenigstens bezüglich seiner Gesammtheit, wogegen im Einzelnen die praktischen Erfahrungen zu neuen Vervollkommnungen



Beladung offener Güterwagen mittelst Bremsfahrstühlen.
(Nach einer Photographie.)

fortgesetzt Anlaß geben. Das letztere kann allerdings den Uebelstand nach sich ziehen, daß mit der fortschreitenden Abklärung eine Complicirtheit Hand in Hand geht, die schließlich den Betriebsmechanismus zu einem außerordentlich subtilen Instrument gestaltet, bei welchem das Versagen eines einzigen Elementes unberechenbare Gefahren nach sich ziehen kann.

Schon in der ersten Kindheit des Signalwesens wurde an dem Principe festgehalten, daß überall und immer das Erscheinen der rothen Farbe — sei es nun in Licht oder als Signalfläche ꝛc. — oder ein rasch und weit bewegter Signalkörper (geschwungene Lichter, Fahnen u. s. w.) »Gefahr« andeuten und »Halt« befehlen. In gleicher Weise sollte die grüne Farbe, der langsam bewegte Signalkörper »ungewöhnlichen Zustand«, »Vorsicht« und »Langsamfahren« befehlen. Die Abwesenheit jedes Signales, der ruhende Signalkörper, hatte »Ordnung« anzudeuten und »Freie Fahrt« zu gestatten. Auf diesen einfachen Grundlagen, die später noch durch einige wenige allgemein giltige Bestimmungen — z. B. daß der horizontal gestellte Arm eines Flügeltelegraphen, oder die Zukehrung der vollen Fläche einer Scheibe stets »Halt«, die Senkung oder Hebung der Armes »Langsam Fahren« oder »Freie Fahrt« bezeichnen sollte — ergänzt wurden, hat sich das gesammte Signalwesen mit einfachen und klaren Kundgebungen aufgebaut.

In der Folge wurden diese einfachen Grundlagen immer mehr und mehr complicirt und durch die häufigen Modificirungen der Signalvorschriften griff allmählich, wenn dadurch auch materielle Vortheile erzielt wurden, eine wahrhaft babylonische Verwirrung Platz, welche dadurch noch wesentlich gesteigert wurde, daß man die betreffenden Vorschriften ohne Rücksicht auf den Rang und die Bedeutung der Bahnen verallgemeinerte. Nun ist es aber unzweifelhaft, daß das Constructionssystem der Bahn, sodann die Dichte und Form des Betriebes Einfluß auf die Wirksamkeit der verschiedenen Signalgattungen äußern. Um dies zu verstehen, sei vorläufig bemerkt, daß es im Principe genommen zwei Hauptgattungen von Signalen giebt: sogenannte »durchlaufende«, welche das Personal einer ganzen Strecke von den Vorkommnissen des Betriebes unterrichten sollen, und locale Signale, welche die an Ort und Stelle betreffenden Maßnahmen anordnen.

Es ist nun ohne weiteres einleuchtend, daß z. B. für Bahnen, welche nach englischem System mit verhältnißmäßig wenigen Uebergängen, mit Einzäunungen in der ganzen Länge der Linien, tief in das Terrain gelegt, gebaut sind, die durchgehenden Signale nur geringen Werth haben können, da es außerordentlich wenig Bewachungsmaterial auf der Strecke zu benachrichtigen giebt. Auf deutschen und österreichischen Bahnen hingegen, welche durchschnittlich auf den Kilometer Länge einen Niveauübergang und einen Wächterposten enthalten, frequente Straßen kreuzen, zum großen Theile nicht eingezäunt sind, können die durchgehenden Signale nicht entbehrt werden.

So kam es, daß, der durch Nationaleigenschaften und örtliche Einwirkungen bedingten charakteristischen Gestaltung der Eisenbahnen in Deutschland und England

gemäß, die Durchgangssignale mehr in Deutschland, die Localsignale mehr in England, Frankreich und Belgien cultivirt wurden. Anderseits vollzog sich, durch die Noth und die gesteigerten Bedürfnisse angeregt, allmählich ein Austausch und Wechsel zwischen den einzelnen Ländern beziehungsweise großen Bahncomplexen. So hat beispielsweise das in Deutschland und Oesterreich-Ungarn entstandene und zur Entwickelung gelangte durchlaufende Signal seinen Weg nach Holland, Belgien, Frankreich, Italien, der Schweiz u. s. w. gefunden, während umgekehrt Oesterreich-Ungarn schon lange früher das französische Distanzsignal aufnahm, das später, und hauptsächlich in jüngster Zeit, in verwandter Form als sogenanntes »Vorsignal« in Deutschland seine Vertretung fand. Deutschland und Oesterreich wenden, seitdem sie Nebenbahnen ohne Glockensignal-Einrichtungen herstellen, das specifisch schweizerische und französische Niveau- oder Avertirungssignal als »Annäherungssignal« an, oder benützen auf besonders ausgedehnten Bahnhöfen das Princip der englischen »Trains describers«. Das deutsche Bahnhofs-Abschlußsignal nimmt seinen Weg am europäischen Continente so ziemlich überall hin, wo eine Centralisirung des Weichenstelldienstes platzgreift, sowie das englische »Zugdeckungssignal« (Blocksignal) allerwärts sich aufzwingt, sobald die Verkehrsdichte eine gewisse Höhe ereicht hat.

Es ist eigenthümlich, daß in der Entwickelung des Signalwesens die Elektricität verhältnißmäßig so spät zur Geltung kam. Die in ihrem physikalischen Principe unzulänglichen optischen Zeichen, deren man sich anfangs zum Ertheilen der durchlaufenden Signale bediente, zeigten sich bei zunehmendem Verkehr den Aufgaben nicht gewachsen, sondern wurden vielmehr die Quelle zahlreicher Unsicherheiten, da der Zustand der Atmosphäre während einer ansehnlichen Zahl von Tagen im Jahre theils durch Nebel, theils durch Schneewehen und andere Unzuträglichkeiten ihre Fortpflanzung entweder ganz hinderte, oder durch Einwirkungen auf die Farbe und Sichtbarkeit der Lichter und Signalkörper Mißverständnisse herbeiführte. Als aber die durch elektrische Vorkehrungen zum Ertönen gebrachten starken Signalglocken eingeführt wurden, verdrängten sie die ersten nur ganz allmählich; ja man glaubte einerseits, in ihnen ein fast unfehlbares Mittel entdeckt zu haben, während man anderseits mißtrauisch genug war, neben den Glockensignalen auch die alten optischen Signale stehen zu lassen.

Alsbald aber verfiel man in das Gegentheil. Das Glockensignal entwickelte sich zu einem förmlichen Lexikon, mit einer unübersehbaren Zahl von Begriffen und Combinationen von Gruppen von Glockenschlägen und Intervallen, die sich oft auf 20 und 30 Pulse erhoben und mehrere Minuten dauerten. Um einen solchen Codex zu erlernen, bedurfte es scharfer Köpfe, welche man bei den Bediensteten, die noch kurze Zeit vorher das Feld bestellten oder ihrer sonstigen ländlichen Beschäftigung nachgingen, gewiß nicht vertreten fand. Die eingerissene Verwirrung erreichte ihren Gipfelpunkt, als die Verkehre sich hoben, »Kreuzungspunkte« mit vier, fünf und mehr Linien entstanden, und von allen Richtungen zugleich Glocken-

zeichen ertönten. Es war einleuchtend, daß dieser Zustand mehr Gefahren als Sicherheit in sich schloß; eine radicale Umgestaltung des Signalwesens ergab sich ganz von selbst.

Deutschland stand an der Spitze der Reform, es kehrte zur sicheren Einfachheit zurück. An Stelle vieler Begriffe, welche dem Personale durch Glockensignale mitgetheilt wurden, traten nur zwei, welche die Zugbewegung in jeder Richtung ankündigen, und ein oder zwei weitere untergeordnete. Das Schema dieser Signalordnung ist das folgende:

1. Der Zug geht in der Richtung von A nach B (Abmeldesignal): einmal eine bestimmte Anzahl von Glockenschlägen.

2. Der Zug geht in der Richtung von B nach A (Abmeldesignal): zweimal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen.

3. Die Bahn wird bis zum nächsten fahrplanmäßigen Zuge nicht mehr befahren: dreimal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen.

4. Es ist etwas Außergewöhnliches zu erwarten: sechsmal dieselbe Anzahl von Glockenschlägen.

Aus diesen Vorschriften ist zu ersehen, daß die Signalzeichen immer aus derselben Glockengruppe blos durch Wiederholung gebildet sind. Die österreichische Signalordnung hingegen verbindet, indem sie aus einzelnen Schlägen erst Gruppen bildet, diese mit oder ohne Wiederholung zum Signalzeichen. Die Signale sind die folgenden:

1. Der Zug fährt gegen den Endpunkt der Linie: dreimal zwei Glockenschläge.

2. Der Zug fährt gegen den Anfangspunkt der Linie: dreimal drei Glockenschläge.

3. Der Zug fährt nicht ab gegen den Endpunkt der Linie: dreimal die Gruppe von zwei Glockenschlägen und einem Glockenschlage.

4. Der Zug fährt nicht ab gegen den Anfangspunkt der Linie: dreimal die Gruppe von drei Glockenschlägen und einem Glockenschlage.

5. Die Locomotive soll kommen: dreimal fünf Glockenschläge.

6. Locomotive mit Arbeitern soll kommen: dreimal die Gruppe von fünf Glockenschlägen und einem Glockenschlag.

7. Alle Züge Anhalten: viermal die Gruppe von drei und zwei Glockenschlägen.

8. Entlaufener Wagen: viermal vier Glockenschläge.

9. Uhren richten: zwölf einfache Glockenschläge.

10. Der Zug fährt auf dem unrichtigen Geleise gegen den Endpunkt der Bahn: dreimal die Gruppe von zwei und fünf Glockenschlägen.

11. Der Zug fährt auf dem unrichtigen Geleise gegen den Anfangspunkt der Linie: dreimal die Gruppe von drei und fünf Glockenschlägen.

Nicht obligate, aber im Bedarfsfalle zuläßige Signale sind:

12. Der Zug fährt von der Strecke gegen den Endpunkt der Linie: neun und zweimal zwei Glockenschläge in gleichen Pausen.

13. Der Zug fährt von der Strecke gegen den Anfangspunkt der Linie: neun und zweimal drei Glockenschläge.

14. Der Zug fährt von der Strecke auf dem unrichtigen Geleise gegen den Endpunkt der Linie: neun, zweimal je zwei, dann fünf Glockenschläge.

15. Der Zug fährt von der Strecke auf dem unrichtigen Geleise gegen den Anfangspunkt der Linie: neun, zweimal je drei, dann fünf Glockenschläge.

16. Die Strecke ist verweht: dreimal die Gruppe von vier Glockenschlägen und einem Glockenschlag in gleichen Pausen.

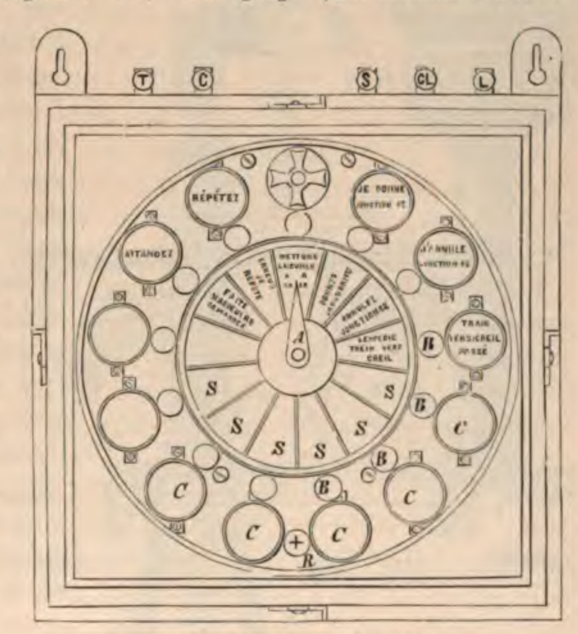
Mit diesen Ausführungen haben wir in dem hier zu behandelnden Gegenstande vorausgegriffen. Nachdem Begriff und Wesen des Eisenbahnsignals erläutert wurde, handelt es sich weiterhin um die genaue Umschreibung der einzelnen Signalgattungen. Die Eintheilung wird eine verschiedene sein, je nach dem Gesichtspunkte, von dem ausgegangen wird. Man kann daher die Signale unterscheiden nach ihrer Wahrnehmbarkeit (sichtbare, hörbare oder beides zugleich), nach dem Orte, von welchem aus sie gegeben werden (Stationssignale, Streckensignale, Zugssignale), nach dem Zwecke, welchem sie entsprechen sollen (Anzeige, Warnung, Befehl, Verbot), nach der Art der Aufstellung und Beweglichkeit (fixe Signale, bewegliche an fixen Vorrichtungen, transportable Signale), und nach der Art und Weise wie die Signale hervorgerufen werden (Handsignale, mechanische, elektrische und automatische). Bei den elektrischen Signalen unterscheidet man ferner rein elektrische Signale, bei denen die Zeichen unmittelbar durch die Einwirkung elektro-motorischer Kräfte hervorgebracht werden, und elektro-mechanische Signale, deren Zeichen mit Hilfe von mechanischen Vorrichtungen hervorgerufen werden. Die Elemente aller elektrischen Signale sind die Elektricitätsquelle, der Signalapparat, der Signalgeber und die Signalleitung. Außerdem lassen sich nach Art und Weise des Antriebes der elektrischen Signalvorrichtungen drei Grundtypen unterscheiden: Signale mit directer Wirksamkeit des elektrischen Stromes; Signale mit directem Antrieb und Hinzutritt eines Hilfsmechanismus; endlich Signale, deren Stellung durch eigene Wärter besorgt wird, wobei jedoch die Beschränkung besteht, daß die Beweglichkeit des Mechanismus der Stellvorrichtung von der Befehlsstelle abhängt.

Die hörbaren Signale sind überwiegend Glockensignale, während andere akustische Geräusche (Hörner, Knallkapseln) nur in beschränktem Maße zur Anwendung kommen. Bei den sichtbaren Signalen handelt es sich principiell darum, einen Signalkörper nach Bedarf in zwei verschiedene, den Signalbegriff zum Ausdrucke bringende Stellungen zu bringen. Auch die Farbe des Signalkörpers wird in die Combination einbezogen, vornehmlich des Nachts, wo mit den veränderlichen Stellungen eines Signales das Auslangen nicht zu finden ist.

Nach der Aufgabe, welche die elektrischen Signale zu erfüllen haben, werden dieselben eingetheilt in:

ı) Correspondenzsignale,
ɔ) Hilfssignale, und zwar von der Strecke,
ː) Annäherungssignale,
l) Durchlaufende Signale (Streckensignale),
ɔ) Distanzsignale,
f) Zugdeckungssignale (Blocksignale).

Zu diesen Signalen kommen ferner die von uns bereits an anderer Stelle elten elektrischen **Sicherungseinrichtungen für die Fahrt der Züge Weichen** und die **Hilfssignale auf dem Zuge** (Intercommunications-), schließlich die **elek-** **en Controlvorrich-** n, von welchen jene für **gsgeschwindigkeit** in päteren Capitel behandelt



Guggemos'scher Correspondenzapparat.

rrespondenzsignale.

igentlich sollte es »Corre- nzapparate« heißen, denn ter diesem Namen ein- henden Vorrichtungen — nach L. Kohlfürst's er Bemerkung — »gleich- der Mitte zwischen den aphen und den Signalen, sie, gleichwohl zur Nach- gebung dienend, keines- de beliebige Mittheilung, ı nur eine beschränkte von sich gleichbleibenden beziehungsweise stets sich wiederholenden, aber doch ie gewöhnlichen Eisenbahnsignalbegriffe hinausgreifenden Meldungen, Auf- oder Rückmeldungen gestatten«.

Die Correspondenzapparate stehen namentlich in England vielfach in An- ıg, und zwar hauptsächlich dort, wo die Weichenstellposten für Bahn- zungen sich in einer so großen Entfernung von der Station befinden, daß rksamkeit der optischen Signalgebung nicht mehr sichergestellt ist. Es handelt erbei nur für die Zugsanmeldung, für welche der **Walker**'sche »Train er« sich als vorzüglich bewährt hat. Es sind dies nach dem Principe des tone'schen Zeigertelegraphen construirte Vorrichtungen, je mit einem Zeiger ıe Apparate an der Abgabsstelle und an der Empfangsstelle, mit Scheiben, zwölf Felder getheilt sind. In den letzteren sind die erforderlichen Zugs-

12. Der Zug fährt von der Strecke gegen den Endpunkt der Linie: neun und zweimal zwei Glockenschläge in gleichen Pausen.

13. Der Zug fährt von der Strecke gegen den Anfangspunkt der Linie: neun und zweimal drei Glockenschläge.

14. Der Zug fährt von der Strecke auf dem unrichtigen Geleise gegen den Endpunkt der Linie: neun, zweimal je zwei, dann fünf Glockenschläge.

15. Der Zug fährt von der Strecke auf dem unrichtigen Geleise gegen den Anfangspunkt der Linie: neun, zweimal je drei, dann fünf Glockenschläge.

16. Die Strecke ist verweht: dreimal die Gruppe von vier Glockenschlägen und einem Glockenschlag in gleichen Pausen.

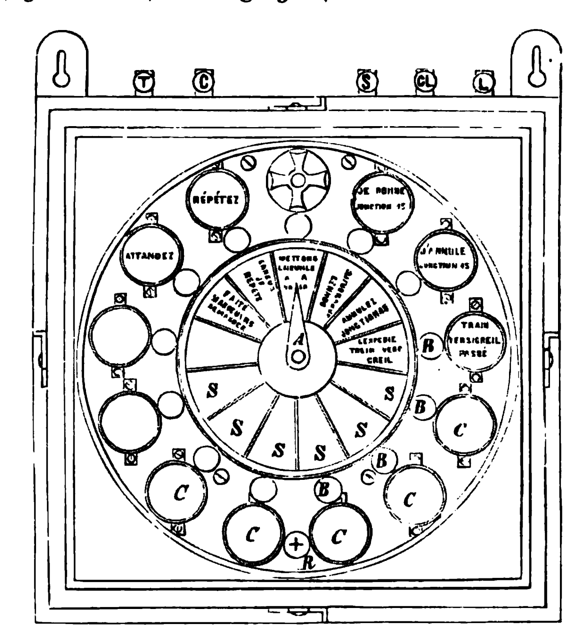
Mit diesen Ausführungen haben wir in dem hier zu behandelnden Gegenstande vorausgegriffen. Nachdem Begriff und Wesen des Eisenbahnsignals erläutert wurde, handelt es sich weiterhin um die genaue Umschreibung der einzelnen Signalgattungen. Die Eintheilung wird eine verschiedene sein, je nach dem Gesichtspunkte, von dem ausgegangen wird. Man kann daher die Signale unterscheiden nach ihrer Wahrnehmbarkeit (sichtbare, hörbare oder beides zugleich), nach dem Orte, von welchem aus sie gegeben werden (Stationssignale, Streckensignale, Zugssignale), nach dem Zwecke, welchem sie entsprechen sollen (Anzeige, Warnung, Befehl, Verbot), nach der Art der Aufstellung und Beweglichkeit (fixe Signale, bewegliche an fixen Vorrichtungen, transportable Signale), und nach der Art und Weise wie die Signale hervorgerufen werden (Handsignale, mechanische, elektrische und automatische). Bei den elektrischen Signalen unterscheidet man ferner rein elektrische Signale, bei denen die Zeichen unmittelbar durch die Einwirkung elektro-motorischer Kräfte hervorgebracht werden, und elektro-mechanische Signale, deren Zeichen mit Hilfe von mechanischen Vorrichtungen hervorgerufen werden. Die Elemente aller elektrischen Signale sind die Elektricitätsquelle, der Signalapparat, der Signalgeber und die Signalleitung. Außerdem lassen sich nach Art und Weise des Antriebes der elektrischen Signalvorrichtungen drei Grundtypen unterscheiden: Signale mit directer Wirksamkeit des elektrischen Stromes; Signale mit directem Antrieb und Hinzutritt eines Hilfsmechanismus; endlich Signale, deren Stellung durch eigene Wärter besorgt wird, wobei jedoch die Beschränkung besteht, daß die Beweglichkeit des Mechanismus der Stellvorrichtung von der Befehlsstelle abhängt.

Die hörbaren Signale sind überwiegend Glockensignale, während andere akustische Geräusche (Hörner, Knallkapseln) nur in beschränktem Maße zur Anwendung kommen. Bei den sichtbaren Signalen handelt es sich principiell darum, einen Signalkörper nach Bedarf in zwei verschiedene, den Signalbegriff zum Ausdrucke bringende Stellungen zu bringen. Auch die Farbe des Signalkörpers wird in die Combination einbezogen, vornehmlich des Nachts, wo mit den veränderlichen Stellungen eines Signales das Auslangen nicht zu finden ist.

Nach der Aufgabe, welche die elektrischen Signale zu erfüllen haben, werden dieselben eingetheilt in:

a) Correspondenzsignale,
b) Hilfssignale, und zwar von der Strecke,
c) Annäherungssignale,
d) Durchlaufende Signale (Streckensignale),
e) Distanzsignale,
f) Zugdeckungssignale (Blocksignale).

Zu diesen Signalen kommen ferner die von uns bereits an anderer Stelle behandelten elektrischen Sicherungseinrichtungen für die Fahrt der Züge über Weichen und die Hilfssignale auf dem Zuge (Intercommunicationssignale), schließlich die elektrischen Controlvorrichtungen, von welchen jene für die Zugsgeschwindigkeit in einem späteren Capitel behandelt werden.



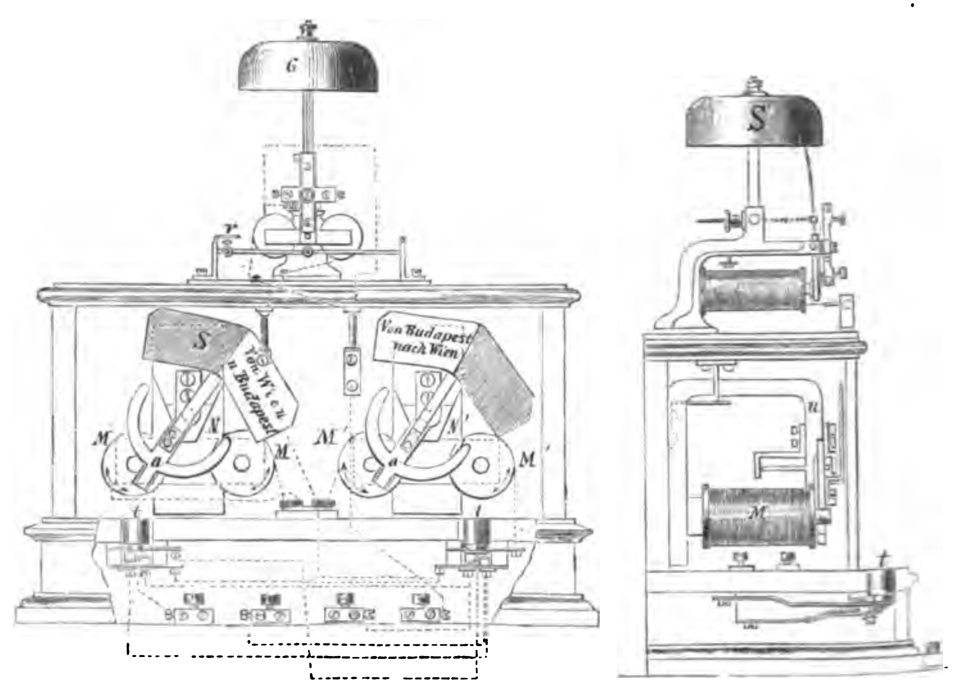
Guggemos'scher Correspondenzapparat.

a) Correspondenzsignale.

Eigentlich sollte es »Correspondenzapparate« heißen, denn die unter diesem Namen einzubeziehenden Vorrichtungen stehen — nach L. Kohlfürst's trefflicher Bemerkung — »gleichsam in der Mitte zwischen den Telegraphen und den Signalen, indem sie, gleichwohl zur Nachrichtengebung dienend, keineswegs jede beliebige Mittheilung, sondern nur eine beschränkte Anzahl von sich gleichbleibenden beziehungsweise stets sich wiederholenden, aber doch über die gewöhnlichen Eisenbahnsignalbegriffe hinausgreifenden Meldungen, Aufträgen oder Rückmeldungen gestatten«.

Die Correspondenzapparate stehen namentlich in England vielfach in Anwendung, und zwar hauptsächlich dort, wo die Weichenstellposten für Bahnabzweigungen sich in einer so großen Entfernung von der Station befinden, daß die Wirksamkeit der optischen Signalgebung nicht mehr sichergestellt ist. Es handelt sich hierbei nur für die Zugsanmeldung, für welche der Walker'sche »Train describer« sich als vorzüglich bewährt hat. Es sind dies nach dem Principe des Wheatstone'schen Zeigertelegraphen construirte Vorrichtungen, je mit einem Zeiger versehene Apparate an der Abgabsstelle und an der Empfangsstelle, mit Scheiben, die in zwölf Felder getheilt sind. In den letzteren sind die erforderlichen Zugs-

meldungen eingeschrieben. . . Gleichfalls auf dem Principe des Zeigertelegraphen beruht der Guggemos'sche Correspondenzapparat, der auf der französischen Nordbahn eingeführt ist. Die Abbildung Seite 517 veranschaulicht die Anordnung des Apparates. Die elektrische Leitung bethätigt einen Elektromagnet, dessen Anker den vor dem in Feldern getheilten, mit den Meldungen beschriebenen Uhrblatte sich bewegenden Zeiger schrittweise weiterschiebt. Der Einzelstrom wird mittelst Kurbeldrehung abgegeben und in dem Augenblicke eingestellt, wenn der Zeiger A auf dem gewünschten Felde angelangt ist. Sowohl an der Abgabsstelle, wie an der



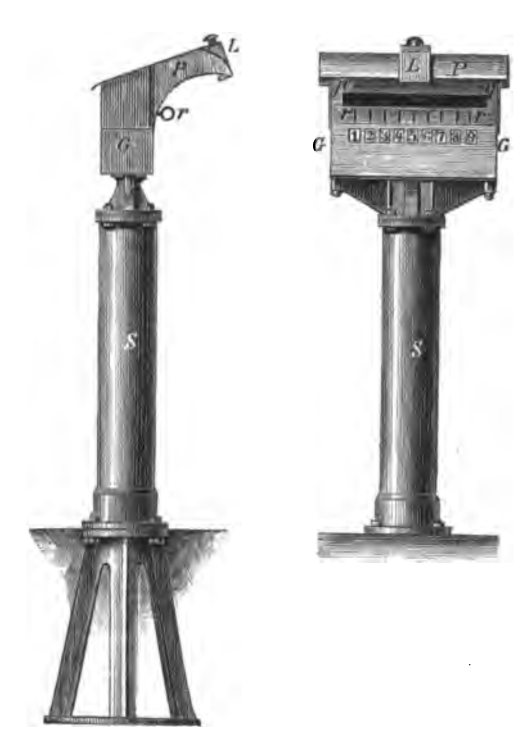
Correspondenzapparat von Pollitzer.

Empfangsstelle ist je ein solcher Apparat aufgestellt. Ein mit der Scheibe in Verbindung gebrachter Wecker läutet so lange, als die Zeiger nicht auf die mit dem Kreuze bezeichneten Felder zurückgestellt sind, was nach jeder Meldung zu geschehen hat, sobald dieselbe von der Empfangsstelle durch Wiederholung quittirt worden ist.

Wecker, welche mit Abfallschieber verbunden sind, werden vielfach als Correspondenzapparate benützt, da sie beschränkte Meldungen in ausgezeichneter Weise vermitteln. Ein derartiger, von Pollitzer construirter Apparat ist vorstehend abgebildet. Er hat den Zweck, den Weichenstellern an Centralwerken die zu öffnenden Fahrstraßen mitzutheilen. Die halbkreisförmigen Anker a, deren Arme die Aufschrifttafeln tragen, sind an den Stahlmagneten N N, angebracht und werden

von diesen magnetisirt. Die Zeichengebung erfolgt durch Ströme verschiedener Richtung, indem bei der einen Signalscheibe der Befehl mit einem positiven, bei der zweiten mit einem negativen Strom ertheilt wird. Ein gleicher Apparat befindet sich an der Empfangsstelle und wird vom Weichensteller zur Quittirung des erhaltenen Befehles in Thätigkeit gesetzt.

Als sehr zweckmäßig hat sich der Hattemer'sche Correspondenzapparat für Rangirzwecke erwiesen, und zwar als Verständigungsmittel zwischen dem Leiter der Verschiebungen und dem Weichensteller am Centralwerke. Zunächst jener Stelle des Ausziehgeleises, von welcher das Abstoßen beziehungsweise Rollenlassen der abgestoßenen Wagen erfolgt, befindet sich der »Melder«, welcher nebenstehend abgebildet ist. Ein eiserner Säulenschaft (S), durch welchen die unterirdisch zugeleiteten Telegraphendrähte geführt sind, trägt ein Blechgehäuse (G), dessen Vorderseite durch einen vorstehenden Blechschirm (P) noch besonders geschützt ist und bei Dunkelheit mittelst einer vorzuhängenden Laterne (L) beleuchtet wird. Das Gehäuse umschließt sämmtliche elektrischen Apparate, nämlich so viele Stromsender und Zeichenempfänger, als Geleise gemeldet werden sollen. In der Vorderwand ist ein verglaster Schlitz (p q) ausgeschnitten, hinter welchem während der Gebrauchnahme unter bestimmten Umständen und an verschiedenen Stellen weiße Vierecke (»Geleistäfelchen«) sichtbar werden.



Hattemer's Correspondenzapparate für Rangirzwecke.

Die Anzahl der letzteren entspricht natürlich wieder der Zahl der zu meldenden Geleise und unter jedem ist am Gehäuse ein entsprechend großer, mit der Nummer des betreffenden Geleises beschriebener Schild angebracht. Zwischen der von den Nummernschildern gebildeten Reihe und dem Schlitze treten in gleicher Anzahl Messingstangen (r) aus dem Gehäuse, welche an ihrem Ende mit Messingringen versehen sind, ähnlich wie die Klingelzüge an Hausthüren. Eine ganz übereinstimmend angeordnete zweite Einrichtung (»Rückmelder«) befindet sich in der Bude des Stellwerkwärters. Im Melder und Rückmelder wird das Erscheinen und Verschwinden der Geleistäfelchen mittelst je eines Elektromagnetes für jedes

einbezogene zu meldende Geleis hervorgerufen. Von der Beschreibung der Stromschaltung und der Wirksamkeit der einzelnen Constructionselemente sehen wir ab. (Vgl. »Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens«, 1890.)

b) Hilfssignale von der Strecke.

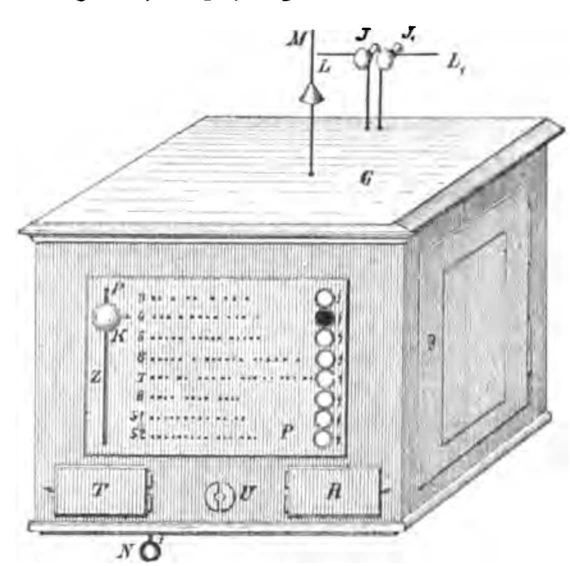
Bei außergewöhnlichen Vorkommnissen auf der Strecke, welche entweder Bahnunfälle betreffen, oder die Hilfeleistung erheischen, um solche zu verhindern, bedient man sich specieller Signalvorrichtungen, deren Princip darin besteht, die diesfalls abzugebenden wenigen Signale von der herkömmlichen Bedienungsweise mit der Hand unabhängig zu machen. Man begreift, daß die Abgabe von Signalen, welche sich aus einzelnen Signalschlägen und Gruppen solcher Signalschläge zusammensetzen und bei der Vielgestaltigkeit der Combinationen eine größere Anzahl von Signalbegriffen, die daraus erwächst, das correcte Signalisiren von der ruhigen, correcten Bedienung der Apparate abhängt. Bei außergewöhnlichen Vorkommnissen kann es sich aber leicht ereignen, daß zur Abgabe der hier in Frage kommenden Signale die correcte Handhabung des Apparates in Folge der Aufregung nicht zu erreichen ist, wodurch die Situation nur noch verschlimmert wird.

Um solchen Eventualitäten vorzubeugen, stehen vielfach Signalautomaten, d. h. selbstthätige Signalgeber, in Verwendung, welche unter allen Umständen eine vollkommen correcte Signalabgabe gestatten, da sie, einmal aufgezogen, selbstthätig arbeiten. Auf vielen Bahnen werden die durchlaufenden elektrischen Liniensignale gleichzeitig zur Abgabe von Hilfssignalen mitbenützt, indem entweder die Läutewerksleitung zum Morsesprechen mitverwendet wird, oder die Einrichtung getroffen ist, von den Bahnwärterhäusern aus durch besondere Vorrichtungen einzelne bestimmte Depeschen abgeben zu können. Da sich die Hilfssignale auf einige wenige Begriffe beschränken, rangiren sie naturgemäß unmittelbar hinter die Correspondenzapparate, mit denen sie ja verwandt sind.

Siemens & Halske's Glockenanlagen, wie beispielsweise jene für die Gotthardbahn, gestatten die vorerwähnte Verbindung mit Hilfssignaleinrichtungen, indem die Läutewerksleitung auch für die Morsecorrespondenz verwendet werden kann. Zu diesem Ende wird bei dem Läutewerke jedes Streckenpostens ein automatischer Signalgeber angebracht, auf dessen Achse die zur Abgabe der beabsichtigten Glockensignale mit entsprechenden Vorsprüngen versehenen Scheiben im Bedarfsfalle aufgesteckt werden. Im Eingriffe mit dieser Achse steht eine zweite, auf welcher beständig eine ähnliche Scheibe steckt, deren Vorsprünge jedoch einem bestimmten Morsezeichen entsprechen, nämlich jenem, welches als Name des betreffenden Postens ein- für allemal festgesetzt ist. Während die erste Scheibe, sobald der durch ein eigenes Läutewerk betriebene Signalgeber in Gang gesetzt wird, einen Unterbrechungscontact schließt, bethätigt die zweite Scheibe einen Contact, so daß das eine Rad Glockensignale, das andere ein sich stetig wiederholendes Morse-

zeichen giebt. Da indes, der Deutlichkeit der Signalisirung wegen, nicht beide Zeichen gegeben werden sollen (wenngleich sich beide Räder gleichzeitig bewegen), ist folgende Anordnung getroffen: Das Signalrad des Automaten schließt einen Ausschalter, durch welchen der Schreibradautomat auf so lange in kurzen Schluß gebracht, d. h. unwirksam gemacht wird, bis das Signal abgegeben ist. In der Station erscheinen in Folge dessen unmittelbar nach dem Glockensignale die Morsezeichen, aus welchen entnommen werden kann, von welchem Streckenposten das erstere kommt.

Die principielle Einrichtung des Signalautomaten ist die eines mittelst einer Schnur oder einer Kurbel aufzuziehenden Uhrwerkes, das eine Scheibe oder Walze in Bewegung setzt. Die an letzterer angebrachten Zähne gleiten an einer Contactvorrichtung vorbei, wodurch der Strom geschlossen oder unterbrochen wird. Der Ablauf des Uhrwerkes entspricht immer nur einem Signal, so daß im Falle der Wiederholung des letzteren das Uhrwerk jedesmal wieder aufgezogen werden muß.

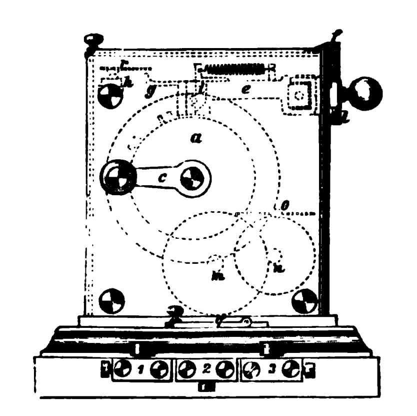


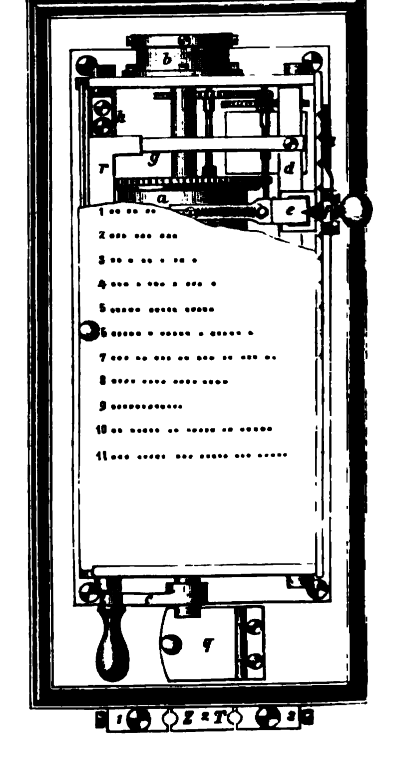
Automatischer Signalgeber.

Unter den mancherlei Signalautomaten zeichnen sich die nachstehend beschriebenen durch besonders sinnreiche Einrichtung aus. Eine ältere Anordnung ist die hier abgebildete. An der Vorderwand des Kastens, der den Glockenapparat enthält, ist die Signalgeberplatte (P) mittelst Schrauben befestigt. Auf dieser Platte sind alle etwa von der Strecke auszugebenden Glockensignale zeilenweise untereinander aufgeschrieben. Soll nun ein Signal gegeben werden, so wird ein Knopf (K) so weit nach aufwärts oder abwärts verschoben, daß der horizontal abstehende Zeiger auf die das betreffende Signal bezeichnende Zeile eingestellt ist. Durch eine Stellfeder wird der Zeigerknopf in der gewünschten Lage festgehalten. Alsdann wird die mit einem Ringe versehene Schnur angezogen und nach erfolgtem Anschlag wieder losgelassen. Durch diese Manipulation wird das Uhrwerk im Gehäuse aufgezogen beziehungsweise das Signal abgegeben. Dem Zeigerknopf entgegengesetzt befindet sich am Ende jeder Signalzeile ein weißes Fensterchen. Sobald die Schnur angezogen wurde, erscheint in jenem Fensterchen, welches an der Signalzeile dem Zeigerknopf diametral gegenübersteht, ein rothes Scheibchen. Ein Rückstellung auf »weiß« ist nur dem Functionär möglich, der den Schlüssel

des Apparatkastens in Verwahrung hat, wodurch eine unfehlbare Controle über das erfolgte Signal gegeben ist.

Eine ähnliche Einrichtung zeigt der nachstehend beschriebene Apparat. Das Gehäuse, welches die Triebfeder für das Uhrwerk aufnimmt, ist an der Gestellwand des letzteren befestigt. Die Achse der Signalwalze (a) reicht mit einem Ende in das Federhaus (b) hinein und ist an ihr das zweite Federende befestigt. Das zweite Ende derselben geht durch das äußere Schutzgehäuse hindurch und wird an selbes die Aufziehkurbel (c) aufgesteckt. Beim Drehen der Kurbel in der Richtung des Uhrzeigers spannt sich die Feder, womit das Werk aufgezogen ist. In die Signalwalze sind, correspondirend mit den auf der Deckplatte eingravirten Signalgruppen, Stifte in entsprechenden Abständen eingeschraubt. An der Welle d ist der Arm e derart aufgesteckt, daß er der Länge der Welle nach verschoben werden kann, die Welle aber, sobald der Arm durch einen vorbeigleitenden Stift gehoben wird, der hierbei



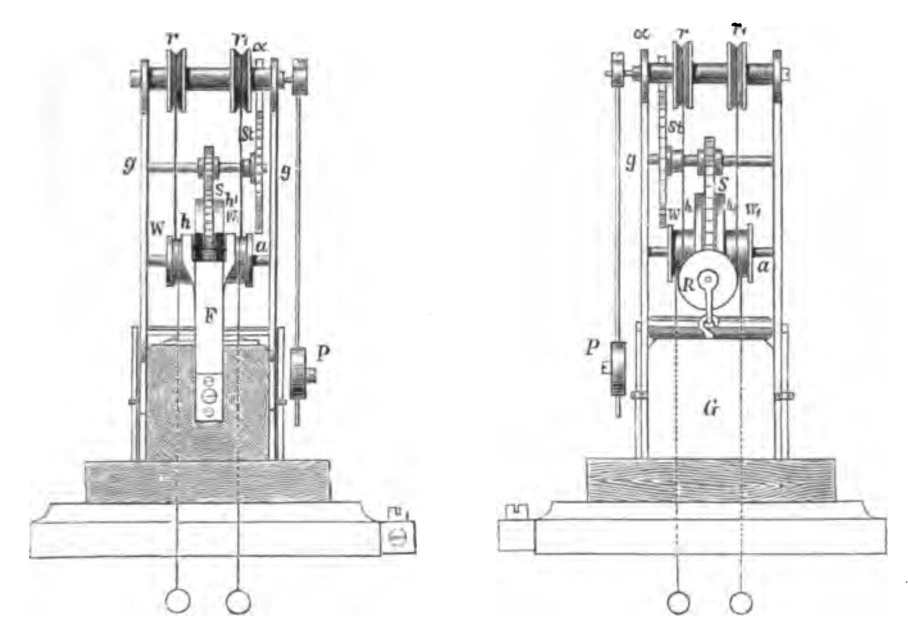


Signalautomat.

entstehenden Drehung folgen muß. Ein mit diesem Arme verbundener Knopf, welcher außerhalb des Gehäuses liegt, gestattet diesen Arm von außen zu verschieben und vermittelst der Feder f auf jedes der vorgesehenen Signale genau einzustellen. Der an der Welle d unverrückbar befestigte Arm g reicht bis unter die Contactfeder r, ohne sie jedoch in der Ruhelage zu berühren. Die Contactfeder ihrerseits liegt in der Ruhelage auf den isolirten, mit der Klemme 1 jedoch leitend verbundenen Contact h auf.

Der Arm e hat am Ende einen Schlitz eingeschnitten, in welchen der Stahllappen i um einen Stift drehbar eingesetzt ist. Die Form dieses Stahllappens.

welcher bei richtiger Einstellung vor den Signalstiften so liegt, daß ihn dieselben bei Drehung der Walze treffen müssen, läßt denselben dem Drucke dieser Stifte bei der Drehung der Walze in der Richtung des Uhrzeigers leicht nachgeben. Bei der entgegengesetzten Drehung hingegen ist ein Nachgeben dieses Stahllappens für sich allein nicht mehr möglich, sondern es wird derselbe durch den Druck der Stifte auf die schiefe Fläche mit sammt dem Arme e in die Höhe gehoben beziehungsweise mit der Welle d um deren Achse gedreht. Sofort nach Passiren eines Stiftes fällt der Arm durch sein eigenes Gewicht wieder nach abwärts. Der mit der Welle d fest verbundene Arm g muß der Bewegung derselben folgen, drückt daher



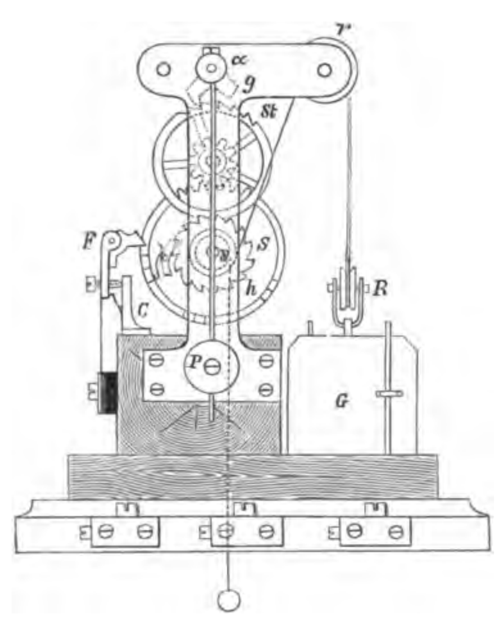
Signalautomat von A. Prasch.

auf die Contactfeder r und hebt sie vom Contacte ab. Eine am Arme e befestigte und mit dem Lappen i verbundene schwache Spiralfeder verhindert das Ueberschlagen des Lappens beim Aufziehen. Soll ein Signal gegeben werden, so stellt man den Zeiger f auf das betreffende Signal der Deckplatte ein und dreht die Kurbel in der Richtung des Uhrzeigers so weit, als es der Mechanismus zuläßt. Nach Auslossen der Kurbel geht die Walze in durch das Uhrwerk regulirter, gleichmäßiger Drehung zurück und die an dieser Stelle befindlichen Stifte bringen die beabsichtigte Stromunterbrechung hervor. (Vgl. Bauer, Prasch und Wehr, »Die elektrischen Einrichtungen« 2c. . .)

A. Prasch hat seinen Signalautomaten für nur zwei Signale eingerichtet. Er wird auf einigen Strecken der österreichischen Staatsbahnen benützt und ist

mehr für die Abgabe der Signale von der Strecke und dem äußeren Stations-platze, als von den Bureaux aus bestimmt. Bei demselben ist die Einstellung auf ein bestimmtes Signal beseitigt, da, je nachdem das Laufwerk mit der rechtsseitigen oder linksseitigen Schnur aufgezogen wird, das vorgesehene Signal ertönt. Als treibende Kraft für diesen Automaten wurde ein Gewicht gewählt. Doch kann derselbe auch auf Federbetrieb eingerichtet werden.

Die Wirkung des Apparates beschreibt dessen Erfinder wie folgt. . . . Auf die zwischen den beiden galgenförmigen Gestellplatten g g eingesetzte Hauptwelle a ist genau in der Mitte das Stromrad S fest aufgesetzt. Die beiden Scheiben $h\,h_1$ mit den eingesetzten oder eingeschnittenen Signalstiften sind sammt den mitselben verbundenen zweinuthigen Walzen $W\,W_1$ rechts und links des Rades S mehr an dasselbe herangerückt, auf die Welle a lose derart aufgesetzt, daß sie sich zwar drehen, nicht aber seitlich verschieben können. An die beiden Signalscheiben $h\,h_1$ ist an der dem Rade S zugekehrten Seite je ein Sperrrad mit Schrauben unbeweglich befestigt. In diese Sperrräder greifen zwei an dem Rade S angebrachte Speerkegel ein. Die Stellung der Sperrräder ist eine solche, daß bei einer Drehung der beiden Signalscheiben nach rechts (in der Drehrichtung des Uhrzeigers, welche dem Aufziehen entspricht) das Hauptrad nicht mitgenommen wird. Dasselbe muß sich aber bei der entgegengesetzten Drehung einer dieser Signalscheiben mitbewegen. Diese letztere Drehung entspricht dem Ablaufe des Weckers.



Signalautomat von A. Prasch.

Die Gewichtsschnur ist mit je einem Ende an die innere Nuth der beiden Walzen $W\,W_1$ befestigt und läuft, von einer Nuth ausgehend, über die correspondirende Rolle r, sodann über die bewegliche Rolle R, die zweite Rolle r_1 zur zweiten Walze.

Das Triebgewicht G wird an die bewegliche Rolle R aufgehängt und ist durch eine Stangenführung am seitlichen Schlenkern verhindert. Die Gewichtsschnur wird durch das Triebgewicht, welches sich auch bei abgelaufenem Werke nicht auf den Boden auflegt, in steter Spannung erhalten. An die äußere Nuth der beiden Walzen werden die beiden Aufziehschnüre befestigt, sodann um dieselbe je einmal herumgewunden und nach außen geführt. Ein am Ende dieser Schnüre befestigter

Metallknopf hält durch sein Gewicht diese Schnüre, welche auch durch schwache Metallketten ersetzt werden können, in mäßiger Spannung.

Die Laufgeschwindigkeit des Werkes wird durch ein Pendel (P) geregelt, indem der an der Pendelachse befestigte Anker α in das Steigrad St eingreift. Dieses letztere wird von dem Hauptrad, welches in ein Trieb der Steigradachse eingreift, beim Ablaufe des Werkes mitgenommen. Die Pendellinse läßt sich an der Pendelstange nach auf- oder abwärts verschieben, wodurch die Laufgeschwindigkeit nach Bedarf zu reguliren ist. Die Contactvorrichtung besteht aus einem Contactständer C und einer Contactfeder F, welche letztere mit ihrem Contacte an den Contact des Ständers fest anliegt. An das obere Ende der Contactfeder ist ein Messingstück, in das ein Schlitz eingeschnitten ist, befestigt. In diesem Schlitze sind zwei Stahllappen um einen gemeinsamen Stift drehbar angebracht. Die Stahllappen stehen den Signalscheiben so nahe gegenüber, daß die Stifte der Scheiben nur dann vorbei können, wenn die Lappen ausweichen. Die Form dieser letzteren läßt sie beim Aufziehen des Werkes direct ausweichen, während beim Ablauf ein Ausweichen nur durch das Abbiegen der Contactfeder und damit verknüpfter Contactunterbrechung möglich ist.

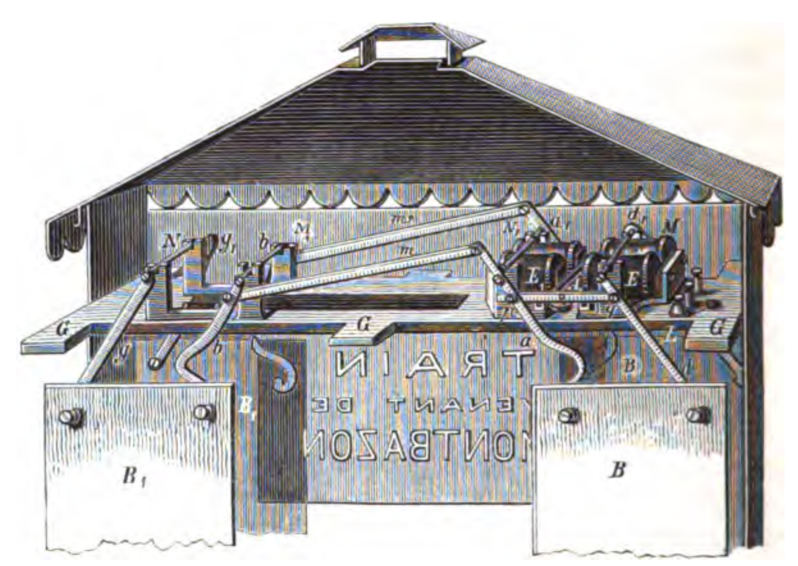
Wird nun das Werk aufgezogen — beispielsweise an der rechten Schnur — so dreht sich die rechte Signalscheibe nach rechts, wobei sich die Gewichtsschnur auf die innere Nuth dieser Walze aufwindet und zugleich das Gewicht hebt. Sowohl das Triebrad als die zweite (linke) Walze können dieser Bewegung nicht folgen; ersteres, weil der Sperrkegel an den Zähnen der Sperrrades abgleitet, letzteres, weil das Gewicht die Walze in entgegengesetzter Richtung zu drehen sucht. Diese Drehung ist aber nicht möglich, weil die Schnur von der Nuth abgelaufen ist und der Zug des Gewichtes sich an dem Widerstand der Achse aufhebt.... Beim Ablaufe des Werkes wird das Triebrad, da nunmehr der Sperrkegel in einen Zahn des Sperrrades eingreift, mitgenommen und die Signalscheibe wird sich mit entsprechend regulirter Geschwindigkeit bewegen. Die zweite Signalscheibe wird auch bei Ablauf aus dem gleichen Grunde wie vorher in Ruhe bleiben. Da beim Aufziehen des Werkes der bezügliche Lappen der Contactvorrichtung den Stiften des Signalrades durch Umkippen ausweicht, bei Ablauf jedoch von jedem Signalstifte nach rückwärts gedrängt wird, wodurch sich die Feder abbiegt und eine Contactunterbrechung hervorruft, muß das Signal regelmäßig ertönen.

Beim Aufziehen des Werkes durch die linke Schnur ergiebt sich der ganz gleiche Vorgang, nur daß an Stelle des rechten Signalrades das linke sich dreht und das erstere in Ruhe verbleibt. Der Apparat ist von einem Schutzgehäuse umgeben, aus welchem nur die Knöpfe zum Aufziehen des Signalwerkes hervorragen.

c) Annäherungssignale.

Die Annäherungssignale (Ueberwegsignale, Avertirungssignale) haben den Zweck, überall dort, wo durchlaufende Liniensignale nicht bestehen, das bevor-

stehende Eintreffen eines Zuges an einem bestimmten Punkte der Bahn, sei es dem daselbst dienstthuenden Functionär oder dem Publicum, anzukündigen. Es geschieht dies mittelst eines auf Distanz wirksamen Signales, wodurch gewisse Gefahrspunkte rechtzeitig frei gemacht beziehungsweise gesichert werden. Ihrem Wesen nach sind die Avertirungssignale Vorläufer der Distanzsignale, mit welchen sie häufig combinirt werden. Zugleich bilden sie einen Ersatz für die durchgehenden Liniensignale und sind demgemäß vornehmlich dort entwickelt, wo diese fehlen. Ihre Wirksamkeit ist eine automatische, indem in angemessener Entfernung vor dem Avertirungspunkte durch Schienencontacte Wecker, Läutewerke und Signalscheiben in Thätigkeit gesetzt werden.

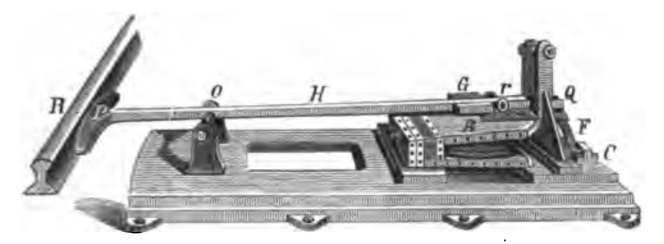


Annäherungssignal von Leblanc und Loisseau.

Unter den älteren Annäherungssignalen ist eines der bekanntesten dasjenige von Leblanc und Loisseau, das hier abgebildet ist. Der Signalständer ist eine gußeiserne Säule mit einem prismatischen Blechkasten als Abschluß zu oberst. In die beiden Hauptwände dieses Kastens sind Glastafeln mit der Aufschrift »Uebergang verboten« eingesetzt, doch sind dieselben erst dann sichtbar, wenn hinter ihnen weißangestrichene Blenden vorgeschoben werden. Diese letzteren (B, B_1 u. s. w.) stehen in Verbindung mit einem Hebelsystem, deren Drehachsen (M, M_1, N, N_1) auf der einen Seite mit Elektromagneten (E, E_1) in Verbindung treten, und zwar mittelst des Eisenstückes A an einer (in der Figur nicht sichtbaren) Querstange. Liegt das Eisenstück, welches als Anker functionirt, an dem Elektromagnet E, so haben die Blenden (B, B, B_1, B_1) die in der Abbildung dargestellte Lage. Wird der Anker an Elektromagnet E_1 gebracht, so stellen sich die Blenden, durch die Hebelübertragung dazu veranlaßt, von beiden Seiten her gegen die Mitte des Kastens und verdecken je

die Aufschrift. Das Hebelsystem, auf welchem die Blenden hängen, ist gleich einer Wage ausbalancirt. Um das richtige Oeffnen und Schließen der Blenden zu bewerkstelligen, ist es nothwendig, daß die aufeinander folgenden Ströme genau abwechslungsweise in beide Elektromagnete gelangen. Dies wird durch Einschaltung eines besonderen elektrisch-automatischen Linienwechsels in die Signallinie erreicht.

Der Schienencontact besteht, wie aus untenstehender Figur zu ersehen ist, aus der mit der Erdleitung verbundenen Contactfeder F und dem zur Signalleitung angeschlossenen Contactambos C; ferner aus dem Blasebalg B und dem Pedalhebel P. Eine starke, in der Abbildung nicht sichtbare Feder hat das Bestreben, den Blasebalg zu öffnen, kann aber nicht wirksam werden, weil der lange Arm des Hebels H und das daran befestigte Gewicht G den Blasebalg niederhalten. Zugleich drückt das vorderste Ende des Pedalhebels (Q) die Feder F von C ab. Wird aber das Pedal durch das Locomotivrad niedergedrückt, sonach G und Q gehoben, so kann die vorerwähnte Feder des Blasebalges diesen öffnen, während

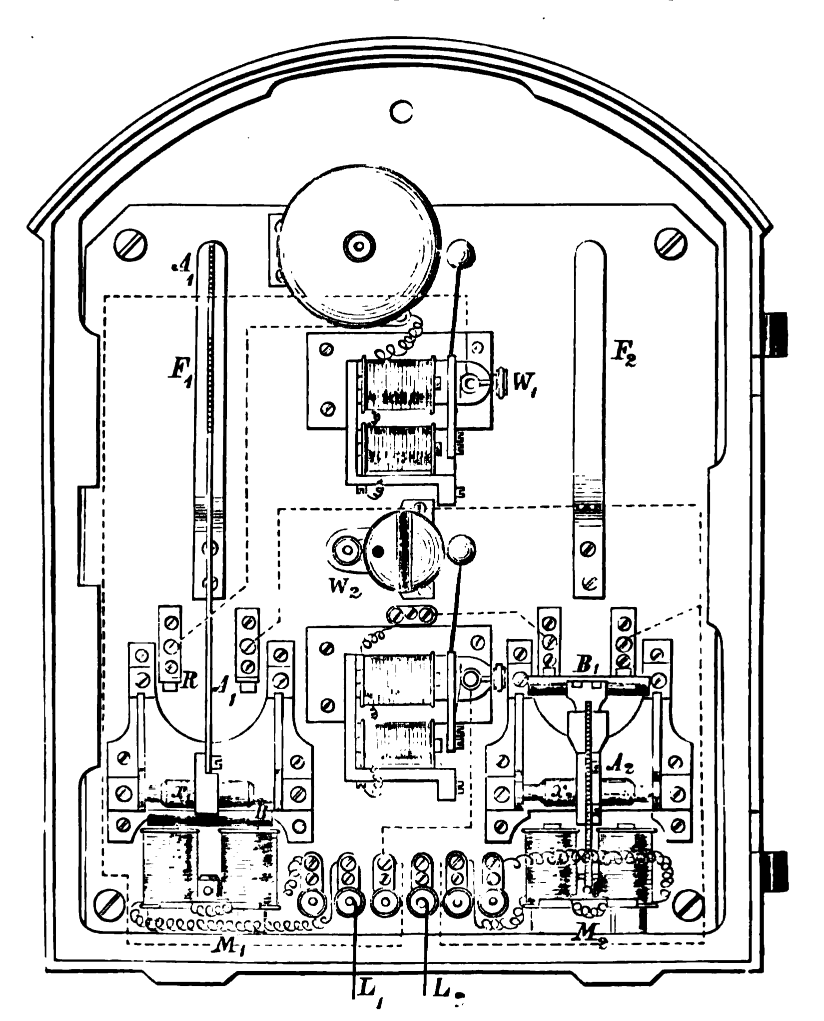


Schienencontact zum Leblanc'schen Apparat.

gleichzeitig F nun unbehindert mit C in Berührung gelangt. Eine solche Contactvorrichtung befindet sich in angemessener Entfernung vor, eine zweite hinter der zu deckenden Bahnübersetzung, wo der Signalständer angebracht ist. Der herannahende Zug giebt Contact und läßt dadurch am Signalständer die warnende Inschrift erscheinen. Hat der Zug die Rampe des Wegüberganges passirt und kommt er zur zweiten Contactvorrichtung, so wird durch die neuerliche Stromgebung die Aufschrift am Signalständer wieder verschwinden gemacht. Mitunter ist mit diesem optischen Signale ein akustisches verbunden, z. B. mit einer elektrischen Klingel, welche so lange läutet, als die Blenden geschlossen sind. Diese Combination ist indes nur in dem Falle nothwendig, wenn die betreffende Bahnstelle nicht blos durch ein sichtbares Warnungszeichen gedeckt, sondern durch Hinzuthun des Wächters abgesperrt werden soll. Die Klingel ist sodann ein Avertirungssignal für den Wächter und nicht für das Publicum.

Ein derartiger Apparat ist beispielsweise der Elektro-Semaphor der französischen Nordbahn nach der Anordnung, wie sie die umstehende Abbildung veranschaulicht. Zur Unterbringung des Apparatkastens dient entweder eine Wand des Wächterhauses oder ein eigener Ständer. Der Apparat besteht für jede Fahrrichtung aus einem Elektromagnet (M_1, M_2), einem Fallarm (A_1, A_2) und einem

Wecker (W_1, W_2). Der Apparat kann entweder von dem benachbarten Streckenposten, oder von der Station, oder schließlich vom Zuge selbst aus bethätigt werden, in welch' letzterem Falle wieder ein Schienencontact in Wirksamkeit tritt. Die Abfallarme werden von den Elektromagneten festgehalten, gleichzeitig aber an entgegenwirkende Federn (F_1, F_2) angepreßt. Wird der Magnet durch Unter-



Elektro-Semaphor der französischen Nordbahn.

brechung des Stromes unwirksam, so functionirt die Feder und macht den Arm abfallen, zu welchem Ende in dem Apparatkasten entsprechende Schlitze angebracht sind. Mit dem Abfallen des Armes in die wagrechte Lage erfolgt gleichzeitig der Schluß einer Localbatterie, in welche der zugehörige Wecker eingeschaltet ist. Das

Klingeln dauert so lange, bis der Wächter den Arm mittelst eines Kästchens wieder in die senkrechte Lage, also an den Elektromagneten bringt.

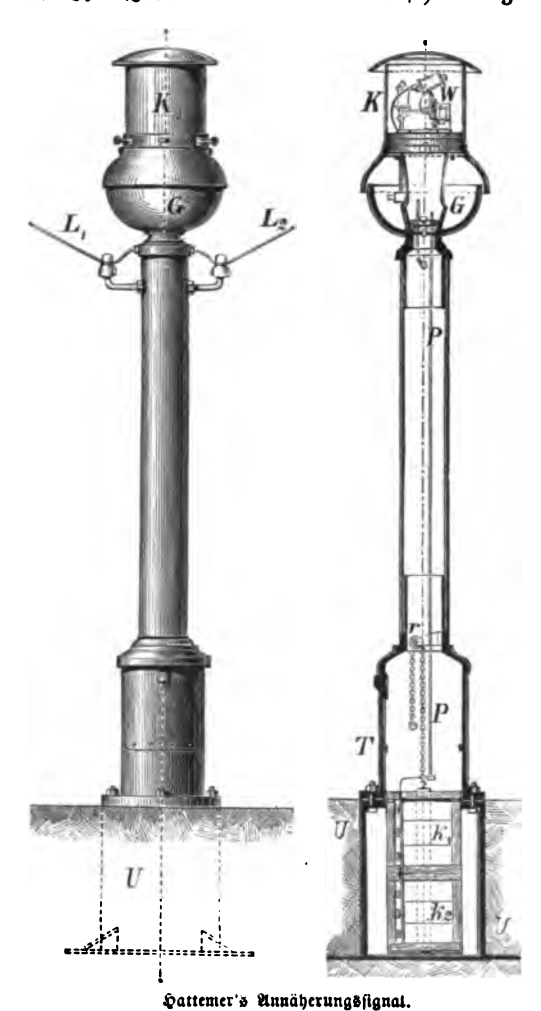
Um Irrungen zu vermeiden, sind die beiden Weckerglocken ungleich gestimmt. Sartiaux hat an Stelle des Weckers eine Trompete gesetzt, durch welche mittelst eines Kolbens, der sich in einem Metallcylinder bewegt, comprimirte Luft gepreßt wird. Die Compression erfolgt durch ein Laufwerk mit Gewichtsbetrieb, das durch den Anker eines Elektromagnetes ausgelöst wird.

Da die Hauptbahnen allmählich mit durchgehenden Liniensignalen versehen wurden, hätten mit der Zeit die Annäherungssignale nur mehr ein historisches Interesse beanspruchen können, wenn nicht neuerdings der Bau so vieler Nebenbahnen ihnen erneute actuelle Bedeutung verschafft hätte. Auf solchen Nebenbahnen, welche die kostspielige Anlage von durchgehenden Liniensignalen nicht vertragen, sind, wie bereits hervorgehoben wurde, die Avertirungssignale vorzüglich am Platze, um gewisse Gefahrpunkte in wirksamer Weise zu decken. Die gewöhnlichen Läutewerke der Liniensignale, welche man vorerst zu dem vorgedachten Zwecke benützte, ergaben Schwierigkeiten. L. Kohlfürst sagt: »Solche an sich ganz dienliche Anordnungen haben das Ueble, daß sie, weil die in Frage kommenden Bahnen nur eingeleisig sind und sonach für jedes Signal zwei Streckencontacte vorhanden sein müssen, nochmals ausgelöst werden, wenn der von der Signalhalle sich entfernende Zug den zweiten Contact passirt. Die Begegnung dieser Mißlichkeit durch Streckencontacte, welche nur für eine Fahrtrichtung der Züge entsprechen, ist mehrfach versucht worden, stößt aber auf constructive Schwierigkeiten.

Siemens & Halske haben durch entsprechende Einrichtung an ihrer Läutsäule für Spindelwerke (vgl. S. 533) ein sehr brauchbares Annäherungssignal geschaffen. Das Glockenschlagwerk giebt nach jeder Auslösung zwei Schläge und es erfolgt die erste Auslösung elektrisch, wenn der Zug den Streckencontact thätig macht. Weitere Auslösungen geschehen mechanisch durch ein Uhrwerk, welches von dem Triebwerke des Glockenapparates bei dem ersten Abschlagen mit aufgezogen wird, aber zufolge des Einflusses eines Pendelwerkes nur langsam abläuft. Die Auslösungen, welche das Nebenwerk mechanisch veranlaßt, folgen sich circa zwei Minuten hindurch alle sechs bis sieben Secunden und haben jedesmal zwei Glockenschläge zur Folge. Das bezeichnete Nebenwerk braucht zum vollen Ablaufen noch weitere sechs bis acht Minuten, löst aber in dieser Zeit das Glockenwerk nicht mehr weiter aus, sondern hält nur eine Unterbrechung der Leitung offen zu dem Zwecke, daß der zweite Schienencontact so lange wirkungslos bleibt, bis ihn der Zug hinter sich hat.

Verwandt mit diesem Annäherungssignale ist jenes von H. Hattemer, das umstehend in der Ansicht und im Durchschnitt abgebildet ist. Eine circa 2¾ Meter hohe Säule mit hohlem Schafte trägt am oberen Ende eine abwärts gekehrte Glocke (G) und einen cylindrischen, unten glockenförmig erweiterten Kasten (K), in welchem sich das auf einem Träger montirte Läutewerk befindet. In den Holz=

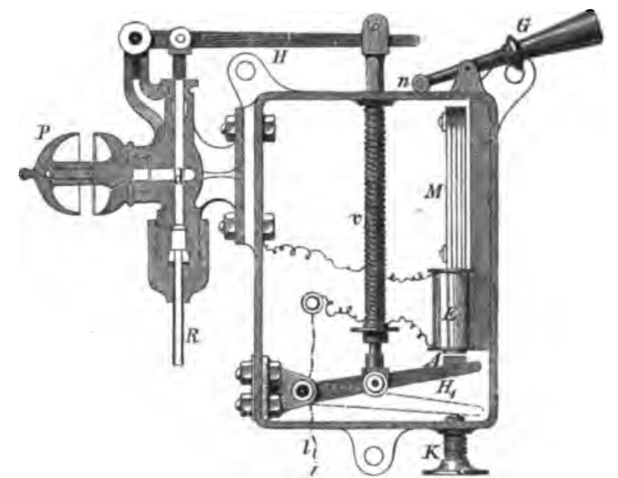
kästen (k_1, k_2) unterhalb des Fußendes des Säulenschaftes ist die Batterie installirt, welche durch die Thüre T mittelst eines Rahmenwerkes und der Kette r eingesetzt wird. Das Bleikabel P besorgt die Verbindung zwischen der Batterie und dem Läutewerk. Von der Beschreibung des Läutewerkes und der Art der Signalgebung sehen wir ab, da sie zu sehr ins Detail gehen würde. Das erstere ist übrigens neuerdings mehrfach verbessert worden. Principiell erwähnenswerth ist, daß mit Angehen des Läutewerkes dasselbe mit der Batterie in kurzen Schluß gebracht wird, indem sich ein Rad weiterschiebt und mittelst eines Ringes, eines Contactes und einer Feder in leitende Verbindung tritt. Es entsteht Localschluß und das Läuten setzt sich — unbeschadet ob der Streckencontact geschlossen ist oder nicht — so lange fort, bis das fragliche Rad, das mit jedem Glockenschlage um einen Zahn vorrückt, völlig herumgedreht wurde. Die Dauer des Läutens läßt sich innerhalb gewisser Grenzen durch die Wahl des Rades, d. h. durch die Anzahl der Zähne desselben, dem jeweiligen Bedürfnisse anpassen.



Hattemer's Annäherungssignal.

So wie die Annäherungssignale sich mit den weiterhin zu besprechenden Distanzsignalen combiniren, desgleichen mit den Deckungs- (Block-) Signalen. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Avertirung des Fahrpersonales, vornehmlich des Locomotivführers. Es ist nämlich unter Umständen nicht ausgeschlossen, daß der Führer — entweder mit einer Manipulation beschäftigt, oder durch widrige Wetterverhältnisse behindert — das Distanzsignal nicht bemerkt. Von den noch zu besprechenden Knallsignalen abgesehen, sind bisher nur solche akustische Avertitungssignale in Anwendung gekommen, welche in einer automatischen Bethätigung der Locomotivpfeife durch Schienencontact bestehen.

Die bekannteste Anordnung ist die von Lartigue und Digney-Frères, deren Details aus untenstehender Figur zu ersehen sind. Die Dampfpfeife P hat ihr Dampfzuströmungsrohr bei R und kann nur dann Dampf erhalten, wenn das an der Ventilstange d sitzende Ventil geöffnet wird. Die Ventilstange ist an dem Hebelarme H, welcher mit dem Hebel H_1 durch die Zugstange v verbunden ist, befestigt. H_1 trägt bei A den Anker für den Hughesmagnet ME und wird daher so lange in der durch die Figur dargestellten (gehobenen) Lage bleiben, als die Drahtwindungen E des Magneten stromlos sind. Ebenso lange bleibt das Ventil des Dampfzuströmungsrohres geschlossen. Letzteres wird aber geöffnet, sobald ein Strom die Drahtwindungen durchfließt und den Anker A durch die nun zur Wirkung kommende, um v gewundene Spiralfeder abgerissen wird. Man bringt die Pfeife wieder zur Ruhe, indem man den Knopf K hineindrückt und dadurch den Hebel H_1 hebt, oder auf den Hebel G n bei G drückt, wodurch das Ende n den Hebel H hebt. In jedem Falle wird der Anker A dem Magnet so weit genähert, daß letzterer ersteren Festhalten kann, in der Voraussetzung, daß der elektrische Strom inzwischen unterbrochen wurde.



Elektrisch-automatische Dampfpfeife von Lartigue und Digney-Frères.

Die Verbindung der elektrischen Dampfpfeife mit dem Schienencontacte wurde bereits an anderer Stelle besprochen (S. 460), wo sich auch die dazugehörige Figur befindet.

Eine Combination des Avertirungssignales mit dem Blocksystem wurde neuerdings von dem Amerikaner Guiley in einfacher Weise bewerkstelligt. Das Guiley'sche Signal hat hauptsächlich den Zweck, das Gegeneinanderfahren der Züge zu verhüten. Guiley hat den einen Schienenstrang durch eine ganz einfache Vorrichtung zu einem elektrischen Stromleiter umgestaltet, indem er die Schienen an ihren Enden bei den Laschen durch gute elektrische Leiter verbindet. Der andere Schienenstrang ist in einzelne Strecken (Blocks) getheilt, welche durch Drähte verbunden sind. Zwischen den Schienenkränzen liegen in angemessenen Entfernungen Contactplatten, die aus zwei von einander isolirten Platten gebildet sind und diagonal gestellte lothrechte Rippen tragen. Die Drähte der einzelnen Schienenblocks knüpfen in entsprechender Weise an diese Platten an. Die Locomotive trägt einen

metallischen »Fühler«, der die Rippen dieser Platten, und zwar immer die in der Fahrtrichtung zuerst liegenden Rippen streift.

Eine Batterie, die neben einem Läutewerk beim Standorte des Führers montirt ist, sendet den elektrischen Strom durch den »Fühler«, die Platten und die Schienen bis zu einer in der Fahrtrichtung liegenden, für die Gegenrichtung bestimmten Platte. Kommt nun eine Locomotive entgegen, so wird der Strom durch die Berührung des »Fühlers« derselben mit der entsprechenden Platte geschlossen und setzt das Läutewerk in Bewegung. Die Anordnung bei Drehbrücken und Kreuzungen ist eine ähnliche. Es handelt sich immer darum, von der vorwärtseilenden Locomotive einen Strom nach jener Richtung zu senden, von wo Gefahr drohen kann, und diesen Strom in eine entgegenkommende Locomotive zu senden.



Gulley's elektrisches Annäherungssignal.

d) Die durchlaufenden Signale.

Von dieser Signalgattung war im Vorstehenden bereits andeutungsweise die Rede. Es sind Signale, welche von Station zu Station so gegeben und fortgepflanzt werden, daß sie von allen auf dieser Strecke liegenden Bahnbewachungsposten mitempfangen beziehungsweise wahrgenommen werden können. Es ist nicht zu leugnen, daß die früher allgemein im Gebrauche gestandenen optischen Signale ihre Vortheile hatten: Das andauernde Festhalten des Zeichens, die große Fernwirkung bei klarer Luft, die Schnelligkeit der Fortpflanzung, sowie die leichte Handhabung und Controle. Dem entgegen sind auch die Nachtheile nicht zu übersehen: Starke Beeinträchtigung der Wirkung durch atmosphärische Einflüsse (Regen, Nebel, Schneegestöber), die Möglichkeit der Täuschung bei Nacht durch Verwechslung mit anderen Lichtern, oder gar das Verschwinden des Signales durch Erlöschen des Lichtes. Die optischen Streckensignale waren außerdem unökonomisch, weil, insbesondere auf Strecken im eingeschnittenen Terrain und in Krümmungen, die Signalposten sehr dicht aufeinander folgen mußten. Für das Wärterpersonale war es eine Erschwerniß, daß es sich stets zur rechten Zeit am Posten befinden mußte, was bei außergewöhnlichen Zwischenfällen selbstverständlich nicht ohne weiteres zu erzielen war.

Durch Einführung der durchlaufenden akustischen Signale mit elektrischem Betrieb sind die vorstehend berührten Uebelstände beseitigt worden, obwohl auch

ihnen Nachtheile anhaften: beschränkte Wirkung (Schallweite), nicht dauerndes Festhalten des Zeichens, Undeutlichkeit desselben bei Wind oder Dazwischentreten anderer insbesondere ähnlicher Geräusche, geringe Combinationsfähigkeit der Zeichen. Die Vortheile der akustischen Signale bestehen darin, daß sie bei Tag und Nacht gleich, gut wirken und die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, auch ohne daß der Empfänger des Signals auf dasselbe besonders Acht zu geben braucht. Es darf indes nicht verhehlt werden, daß der Aufwand an Geräuschen und Mißtönen, der vornehmlich auf deutschen und österreichischen Eisenbahnen zur Sicherung des Betriebes für erforderlich gehalten wird, ein übermäßig großer ist und die mit dem Eisenbahnwesen verbundene Excitation in bedenklicher Weise vermehrt. Der Lärm, der auf großen Stationen, auf denen mehrere Züge in kurzen Intervallen verkehren, mit Dampfpfeifen, Handpfeifen, Hörnern, Glocken, elektrischen Läutewerken und Klingeln, Trembleues 2c. gemacht wird, erregt das Staunen der fremden Fachmänner.

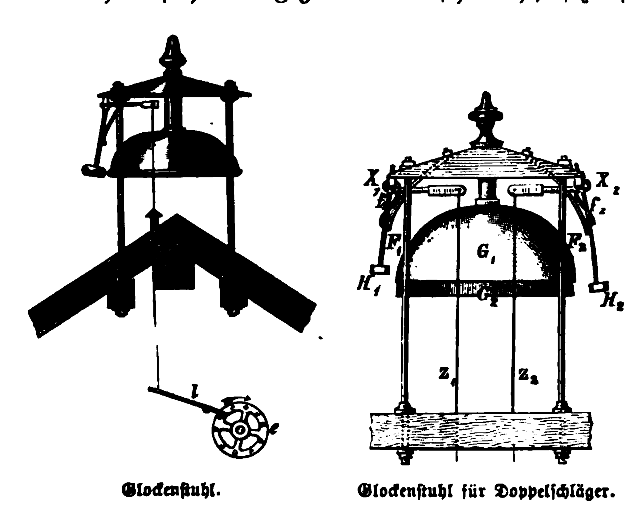
Der intellectuelle Urheber der durchlaufenden elektrischen Signale war der Oberingenieur A. Mohns der Thüringischen Eisenbahngesellschaft, nach dessen Entwurf im Jahre 1846 durch F. Leonhardt die ersten Läutewerke auf der Strecke Halle-Weißenfels eingerichtet wurden. Der Glockensignalapparat auf der Strecke besteht aus zwei Haupttheilen: der Glocke und dem Schlagwerk. Der Apparat wird entweder auf dem First des Wächterhauses oder in eigenen hölzernen oder blechernen Buden (»Läutebuden«) untergebracht; in Oesterreich ist die erstere, in Deutschland die zweite Anordnung vorherrschend. Die durch Siemens und Halske eingeführten blechernen Läutebuden (siehe nebenstehende Abbildung) bestehen aus einem aus Stab- oder Gußeisen hergestellten Gerüst, das mit Blech verschalt und gedeckt ist. In dem cylindrischen Ständer gestattet eine verschließbare Thür den Zugang zu dem im Innern der Bude auf Consolen befestigten Apparate. Der Glockenstuhl ist mit dem Dache mittelst Schrauben verbunden und die vom Schlagwerk zu den Hämmern (K_1 und K_2) führenden Zugdrähte finden ihren Weg durch den hohlen Schaft des Glockenständers. Die für die Einführung der Leitung nöthigen zwei Isolatorenträger (J) sind gleichfalls mittelst Schrauben an den Blechwänden befestigt.



Siemens & Halske'sche Läutebude.

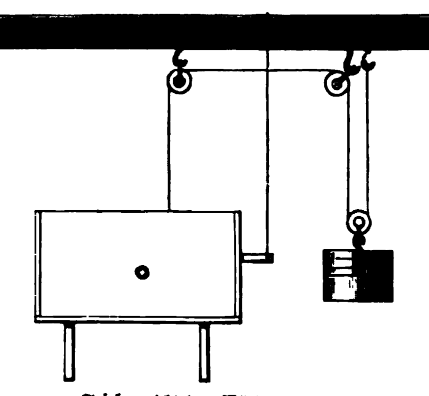
Wird der Glockenapparat am Wächterhause oder an einem Bahnhofsgebäude angebracht, so kommt der Glockenstuhl entweder auf den Dachfirst zu stehen, oder er wird mittelst guß- oder schmiedeeisernen Consolen an die Hauswand befestigt. Das Läutewerk besteht entweder aus einer einfachen oder aus einer Doppelglocke,

welche ineinander angebracht werden, indem die eine der beiden Glocken einen kleineren Durchmesser hat. Diese »Doppelschläger« bieten den Vortheil, daß die damit gegebenen Signale sich von anderen ähnlichen Schallerregungen in auffälliger Weise unterscheiden, da die Glocken ungleich gestimmt sind. . . . Wie die eine der beiden hier stehenden Figuren veranschaulicht, setzt sich ein Doppelschläger aus folgenden Theilen zusammen: Die um die Achsen X_1 und X_2 drehbaren Hämmer H_1 und H_2 haben in am Dache angenieteten Lagern Drehachsen und werden durch die Federn f_1 und f_2 gegen die Glocke gepreßt, während es die stärkeren Federn F_1 und F_2 verwehren, daß die Hämmer in der Ruhelage die Glocken G_1 und G_2 völlig berühren. Werden die



Glockenstuhl. Glockenstuhl für Doppelschläger.

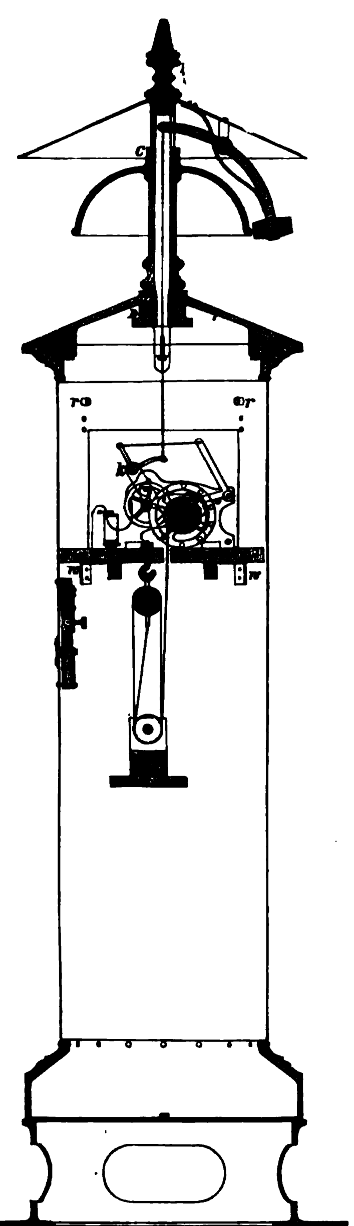
Zugdrähte Z_1 und Z_2 angezogen und plötzlich losgelassen, so schnellen die gehoben gewesenen Hämmer gegen die Glocken, worauf sie durch die Federn F_1 und F_2, welche durch das Fallmoment der Hämmer vorübergehend niedergedrückt wurden, wieder in die Ruhelage zurückgeführt werden. Das Fernhalten der Hämmer durch die Federn bezweckt einen kurzen Anschlag, wodurch ein heller, reiner Glockenton erzielt wird, was nicht der Fall wäre, wenn die Hämmer an der Glocke liegen blieben.


Triebgewicht des Wächterläutewerkes.

Die Triebgewichte für die Wächterläutewerke haben ein Gewicht von 20 bis 25 Kilogramm und sind — wie die beigefügte Figur zeigt — nicht direct unter dem Kasten auf der Gewichtsschnur aufgehängt, sondern es ist die Schnur über Rollen zur Decke und von dieser wieder herab zum Werke geführt. Die innere Einrichtung einer Signalbude nach der Type der k. k. österreichischen Staatsbahnen veranschaulicht die auf der nächsten Seite stehende Abbildung. Der eigentliche Signalapparat ist hierbei nur schematisch dargestellt. Wie zu ersehen, ist die Gewichtsschnur über Flaschenzugrollen geführt, wodurch die Höhe eines Gewichtsabfalles für eine einmalige Auslösung eine

geringere wird, als bei dem directen Angriffe desselben. Es ist dies nothwendig, um trotz der geringen Höhe, welche für den Ablauf des Gewichtes verfügbar ist, ein allzu häufiges Aufziehen zu vermeiden. Die Abbildungen auf Seite 536 endlich zeigen die Art und Weise der Anordnung der Consolenglocken an Stationsgebäuden u. dgl. Hier kann der Hammerzugdraht nicht immer direct von dem Hammerhebel des Läutewerkes zu dem Zughebel des Glockenhammers geführt werden, sondern man wird, da der Drahtzug nur wagrecht aus den Gebäuden herausgeführt werden kann, zu Uebersetzungen Zuflucht nehmen müssen, welche in der einfachsten Weise durch sogenannte Zugwinkel (z) erfolgt.

Eine sehr compendiöse Anordnung eines Läutewerkes ist die von Siemens & Halske eingeführte, von F. v. Hefner-Alteneck construirte Läutesäule. In den hohlen eisernen Schaft der Säule (S), welche unten in einem Ansatzrohre (R) endigt, ist das Treibgewicht untergebracht. An der verbreiterten Console des Schaftes ist durch Sippenstücke das Dach (B), die Glocke (G) und die Einführungsvorrichtung befestigt, in der Blechtrommel (T) unter dem Dache der Apparat untergebracht. Die Trommel läßt sich, nachdem das dazu gehörige Schloß aufgesperrt wurde, mittelst zwei Handhaben (H) seitlich drehen und hinabschieben, so daß der Apparatenraum zugängig wird. Die Anordnung der Leitungseinführung ist aus der Abbildung deutlich ersichtlich.

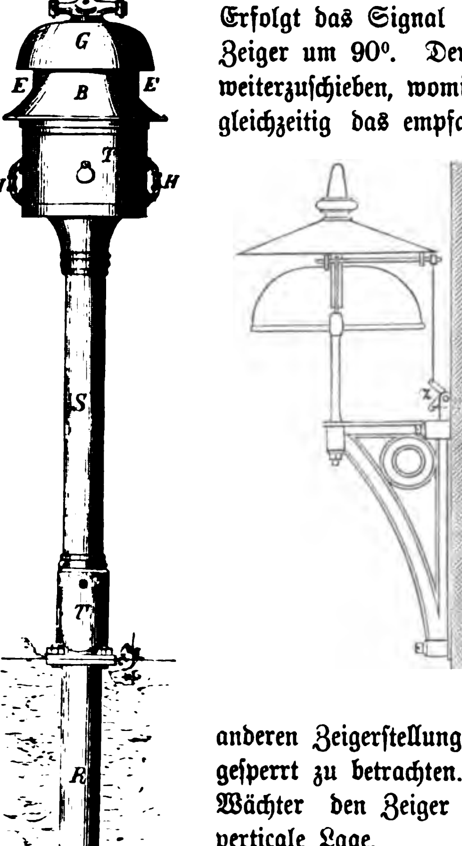


Signalbude der k. k. österr. Staatsbahnen.

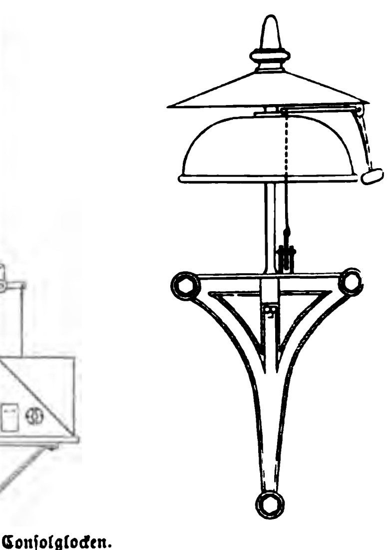
Mitunter wird — z. B. auf deutschen Bahnen — mit dem Läutewerk an der Außenseite der Bude eine Signalscheibe verbunden. Dieselbe hat für gewöhnlich eine horizontale Lage, stellt sich jedoch vertical auf, sobald das Signal bethätigt wird. Diese Einrichtung ist insoferne von Vortheil, daß der Bahnwärter, für den Fall, daß er das Signal überhört oder im Zweifel sein sollte, durch Augenschein von dem Sachverhalt sich überzeugen kann. Da der Bahnposten verhalten ist, nach Empfang des Signales die

Scheibe sofort wieder in die Horizontallage zurückzudrehen, gelangt das Fahrpersonal durch die Verticalstellung zur Kenntniß, daß der Wärter sich nicht auf seinem Posten befindet und wird dadurch zur Vorsicht angehalten.

Eine sehr sinnreiche Anordnung ist jene von Dietz. Dieselbe verbindet mit dem Läutewerk ein Zeigersignal, das auch bei Nacht sichtbar ist, da sich der Zeiger vor einer beleuchteten Mattscheibe bewegt. Für gewöhnlich weist der Zeiger senkrecht nach abwärts. Erfolgt das Signal (mit Glockenschlägen), so dreht sich der Zeiger um 90°. Der Wärter hat nun den Zeiger um 45° weiterzuschieben, womit dem Zuge die Bahn freigegeben und gleichzeitig das empfangene Signal quittirt wird. Bei einer




Läutesäule von Hefner-Alteneck.

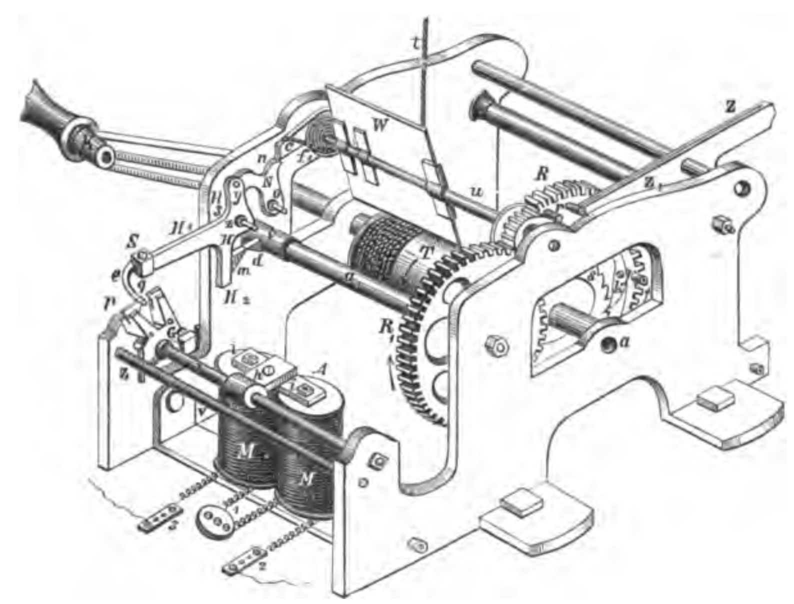

Consolglocken.

anderen Zeigerstellung hat das Fahrpersonal die Strecke als gesperrt zu betrachten. Ist der Zug vorüber, so dreht der Wächter den Zeiger wieder nach abwärts in seine normale verticale Lage.

Die Läutewerke haben mancherlei Einrichtungen, deren Erläuterung zu weit führen würde. Zur Kennzeichnung der Anordnung eines solchen Apparates sei indes ein in Oesterreich und Frankreich für Liniensignale häufig angewandtes Laufwerk — das von Leopolder construirte — hier beschrieben. Die bewegende Kraft dieses Laufwerkes bildet wie gewöhnlich ein Gewicht, welches durch das Seil t auf die Welle T wirkt. Das Aufziehen des Werkes erfolgt mittelst der Kurbel K. Die Bewegungsrichtung der einzelnen Räder des Getriebes ist durch beigesetzte Pfeile ersichtlich gemacht. Der Zugdraht ist an den Arm Z des zweiarmigen

Hebels Z Z_1 befestigt, dessen Arm Z_1 durch die Daumen r des Rades R gehoben wird, sobald das Laufwerk ausgelöst ist. Die Auslösung besorgt der durch 2 und 3 in die Drahtwindungen des Elektromagnetes M M gesandte elektrische Strom.

Dieser veranlaßt nämlich die Anziehung des Ankers A durch die Polschuhe i i; da der Anker durch das Verbindungsstück h auf der Welle x befestigt ist, muß diese und ebenso das darauf sitzende Winkelstück G gedreht werden. In Folge dieser Drehung fällt der gekrümmte Ansatz e, welcher durch S auf den in z drehbaren Hebel H_1 befestigt ist, in den Raum zwischen die beiden »Paletten« p und q. Der Arm H_3 des genannten Hebels nimmt durch den Stift y den um o drehbaren Hebel N mit, auf dessen Nase n in der Ruhelage der Ansatz c auflag. An letzterem



Läutewerk von Leopolder.

aber ist die mit dem Windflügel W verbundene Spiralfeder f_1 befestigt. Der Windflügel sitzt auf der Welle u, welche durch ein Zahnrad mit den übrigen Rädern des Laufwerkes in Verbindung steht. Verliert also der Ansatz c sein Auflager auf der Nase n in Folge der eben angegebenen Bewegungsvorgänge, so ist die Windflügelaxe und somit das ganze Laufwerk freigegeben oder ausgelöst und bewirkt das Glockensignal.... Die Avertirung des Laufwerkes nach Unterbrechung des Stromes erfolgt in nachstehender Weise: die Welle a_1 erhält durch das Rad R_1 die durch den beigesetzten Pfeil angedeutete Drehung und hebt durch den auf ihr befestigten Daumen d den auf dem Arme H_2 des Hebels H sitzenden Daumen m; der Hebel H muß sich daher derart drehen, daß der Arm H_1 gehoben wird und e wieder auf die Paletten p und q zu liegen kommt (die durch den Rückgang des Kastens gleichfalls in die Ruhelage gelangt sind). Durch die Drehung des Hebels H

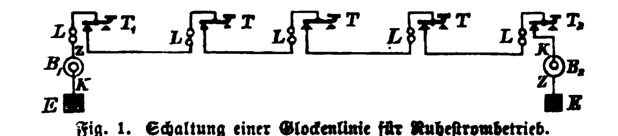
hebt aber auch der Arm H_3 den Hebel N und nun wird das Stück c wieder auf die Nase n zu liegen kommen und dadurch das Laufwerk hemmen.

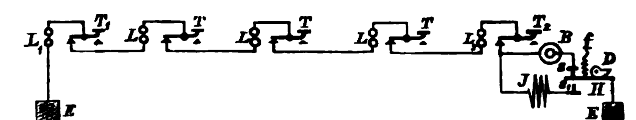
Zur Zeichengebung benützt man Taster. Wird die Glockenlinie mit Arbeitsstrom betrieben, so wird durch das Niederdrücken des Tasters die Läutewerkslinie eingeschaltet und gleichzeitig werden hierdurch etwa vorhandene Hilfstelegraphenapparate ausgeschaltet. Bei Ruhestrombetrieb erfolgt durch das Niederdrücken des Tasters einfach Stromunterbrechung. Um dem Beamten die Möglichkeit einer Controle des Linienstromes zu bieten, ist der Taster häufig mit einer Boussole an einem gemeinschaftlichen Brette befestigt. Man nennt einen solchen Apparat, der meist mit einem Stöpselumschalter ausgerüstet ist, eine »Tasterboussole«.

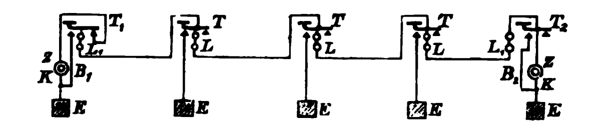
Die beigefügten Figuren zeigen in schematischer Weise die Betriebsmethode der Glockensignalisirung. Fig. 1 veranschaulicht die Schaltung für Ruhestrombetrieb. B_1 B_2 sind die Batterien in den Stationen und gehen dieselben mit den entgegengesetzten Polen in die Erde und in die Leitung. Sie haben daher die gleiche Stromrichtung und arbeiten gemeinsam. L sind die Läutewerke, T T_1 T_2 sind die Signalgeber oder Taster. — Fig. 2 veranschaulicht die Schaltung auf Arbeitsstrom, aber mit einer eigenartigen Modification, welche von Křižik herrührt. Die beiden Stationen sind mit schwachen Batterien versehen, welche den Ruhestrom für die Glockenlinie bilden, der jedoch zu schwach ist, um sie in Thätigkeit zu setzen: wohl aber spricht das Läutewerk der genannten Station hierauf an. Mit diesem Läutewerk ist die Kurbel eines Inductors derart verbunden, daß bei Auslösung des Läutewerkes auch die Armatur des Inductors rotirt und dann Inductionsströme in die Linie sendet, um die auf starken Arbeitsstrom gerichteten Läutewerke in Thätigkeit zu setzen. Diese Anordnung ist sehr ökonomisch, die Einstellung der Streckenläutewerke einfach und ihr Functioniren sicher, vorausgesetzt, daß das Stationsläutewerk gut arbeitet.

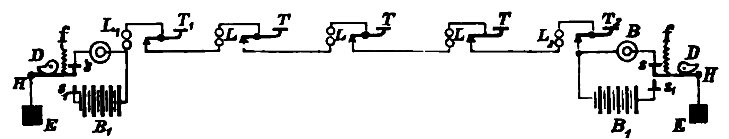
Die Schaltung einer Glockensignallinie für Gegenstrom zeigt Fig. 3. Die beiden gleich starken Batterien B_1 B_2 in den Stationen gehen mit den gleichnamigen Polen zur Erde und in die Leitung; sie haben daher die entgegengesetzte Stromwirkung und heben sich in ihren Wirkungen auf. Soll signalisirt werden, so geschieht dies dadurch, daß die eigene Batterie aus der Linie ausgeschaltet, der Stromkreis hierbei jedoch nicht unterbrochen wird. Da aber die Batterie der Nachbarstation wirksam wird, löst sie die einzelnen Läutewerke aus. Dieses Ausschalten der eigenen Batterie wird durch Niederdrücken des Tasters bewirkt; dadurch hebt sich letzterer von dem rechtsseitigen Contacte ab und legt sich an den linksseitigen: die Verbindung der Leitung mit der eigenen Batterie wird aufgehoben hingegen eine directe Verbindung mit der Erde hergestellt. Bei der Signalisirung von der Strecke aus wird durch Niederdrücken des Tasters nach beiden Richtungen Erdschluß hergestellt und werden hierdurch zwei Stromkreise geschaffen. Jede der beiden Batterien kommt zur Wirkung und sämmtliche Apparate werden ausgelöst. (Prasch, a. a. O.)

Zu dieser Anordnung, welche von Gattinger herrührt, bemerkt Kohlfürst, daß diese Schaltung zwar weit ökonomischer sei als die Ruhestromschaltung, daß aber die Verläßlichkeit der Signalisirung hinsichtlich der Stationssignale nicht viel besser sich erweise, als bei Ruhestromschaltung; für die Streckensignale sei sie noch weitaus fraglicher, da hierbei die Lage des Signalpostens beziehungsweise die Vertheilung der Widerstände in den beiden getrennten Stromkreisen ins Gewicht fällt. Es scheint, daß neuerdings durch gute Erdleitungen bei jeder Signalisirungsstelle diesem Uebelstande vorgebeugt ist.


Fig. 1. Schaltung einer Glockenlinie für Ruhestrombetrieb.


Fig. 2. Křižik's Anordnung für Inductionsbetrieb.

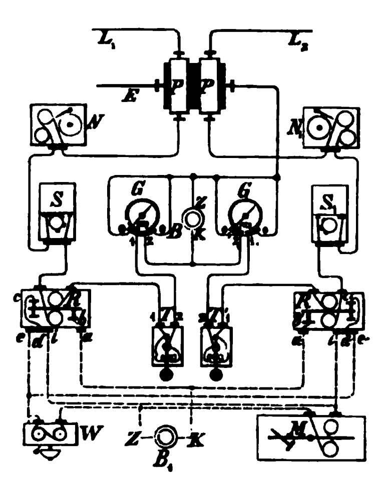

Fig. 3. Schaltung einer Glockenlinie für Gegenstrombetrieb.


Fig. 4. Schaltung der Glockensignal-Einrichtung auf der Gotthardbahn.

An die Křižik'sche Schaltung erinnert diejenige, welche von Siemens und Halske bei der Gotthardbahn benützt wurde. Der Unterschied liegt in dem, daß das Stationsläutewerk L_1 (in Figur 4) bei der Unterbrechung des schwachen, von den Batterien B erzeugten Ruhestromes mittelst eines der Taster T veranlaßten Auslösung die Entstehung eines starken Batteriestromes statt eines Inductionsstromes bewirkt. Meist sind in den beiden Stationen jeder Strecke solche als automatische Sender dienende Läutewerke — wie dies in der Zeichnung angedeutet ist — in welchem Falle selbstverständlich die Anschlüsse der beiden Arbeitsbatterien B_1 derart angeordnet sein müssen, daß sich die Ströme addiren.

Häufig sind auch in den Bureaux der Stationen Läutewerke angebracht. Diesen giebt man dann zwar eine mit den Linienwerken übereinstimmende Con-

struction, stellt sie aber in kleineren Dimensionen her — N und N_1 in der untenstehenden Figur. Aus dieser ist zugleich die Schaltungsweise zu ersehen, die zu dem Zwecke getroffen wird, damit die Läutewerkslinie auch für die Correspondenz durch Morseapparate ausgenützt werden könne. Die Schaltung bezieht sich auf die Verbindung der einzelnen Stationsapparate untereinander und mit der Linie. Bei dem hier gegebenen Beispiele sind die Läutewerkslinien auf constanten Batteriestrom geschaltet und zumeist in jeder Station zur Erde geleitet. Ein durch die Linie L_1 in der Station anlangender Strom nimmt hierbei folgenden Weg: durch die Blitzplatte p in das Linienläutewerk N, durch den Automatentaster S in das Relais R und von hier aus über den Taster T und das Galvanometer G zur Erde. Am Relais ist ein Umschalter (e d i) angebracht, der in der Regel so gestellt ist, daß er den Stromkreis der Localbatterie B_1 über dem Wecker W schließt. Soll jedoch correspondirt werden, so wird der Localstromkreis mit Einschaltung des Schreibapparates M geschlossen. Das Relais bleibt also stets in der Leitung eingeschaltet. Die Abreißfeder des Relaisankers wird so stark gespannt, daß das Relais nicht die gänzliche Unterbrechung des Stromes erfordert um anzusprechen, sondern daß es bereits bei Stromschwächung seinen Anker losläßt. Hingegen sind die Abreißfedern bei den Elektromagneten der Glockenapparate N N_1 und auch bei jenen auf der Strecke sehr schwach gespannt, so daß die Magnete ihre Anker nur bei vollständiger Stromunterbrechung loslassen, also nur bei vollständiger Unterbrechung die Laufwerke auslösen. Ferner sind die Taster T T' so eingerichtet, daß durch ihr Niederdrücken keine Unterbrechung des Stromkreises, sondern nur die Einschaltung eines Widerstandes erfolgt, wie dies in der Figur durch die Spirallinie angedeutet ist. Man nennt einen solchen Taster einen »Widerstandstaster«.



Schaltung auf constantem Batteriestrom.

Diese Einrichtungen der Stationen ergeben folgendes Verhalten des Gesammtapparates.

Wird der Morseschlüssel T in der herkömmlichen Weise gehandhabt, so werden hierdurch aufeinanderfolgende Schwächungen des Linienstromes bewirkt. Diese bleiben auf die Anker der Glockenwerksmagnete ohne Wirkung, verursachen aber das Ansprechen des Relais R in der zweiten Station, und durch dessen Vermittlung die Aufzeichnung der von der ersten Station abgesandten Depesche durch den Schreibapparat M. Werden hingegen durch den Automatentaster S eine Reihe von Stromunterbrechungen bewirkt, so sprechen sämmtliche Glockenwerke der betreffenden Linie an und geben das gewünschte Glockenzeichen.

Um die abgegebenen Glockenzeichen von der subjectiven Auffassung des Streckenwächters unabhängig zu machen, werden den Zimmerläutewerken der Glockenlinien zuweilen auch noch sogenannte Registrirapparate beigegeben. Dieselben bestehen im Principe aus einem Räderwerke, welches einen Papierstreifen von einer Rolle abwickelt und an einen Drücker vorbeiführt, der die Zahl der Glockenschläge in den Streifen einstößt. Der Stationsvorstand hat den Apparat unter Verschluß, trennt einmal täglich zu gleicher Stunde den abgelaufenen Streifen ab und vergleicht die darauf verzeichneten Striche mit dem wirklich stattgehabten Zugsverkehr. Allfällige Signalunregelmäßigkeiten werden dadurch in präciser Weise constatirt.

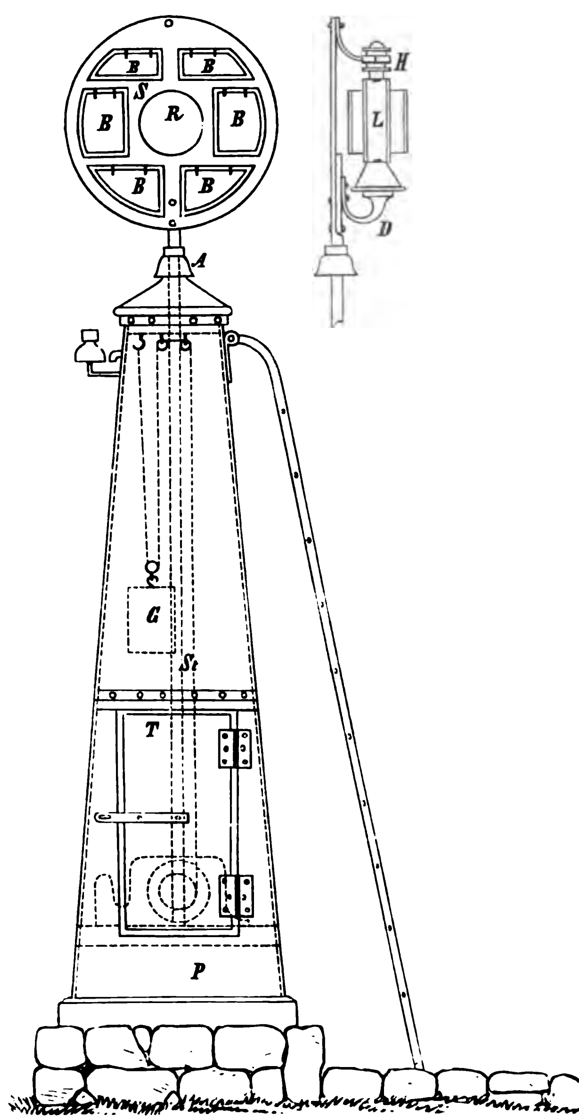
e) Die Distanzsignale.

Eine weit weniger emsige technische Pflege als das durchgehende Signal fand bis in die neuere Zeit auf deutschen und österreichischen Bahnen die Ausbildung und Anwendung des wichtigsten der localen Signale, das Deckungssignal. Es besteht im Principe aus einer Signalvorrichtung, welche das Befahren gewisser gefährdeter Punkte der Bahn: Bahnkreuzungen, Bahnabzweigungen, Stationseinfahrten, Niveauübergänge u. s. w., nur unter gewissen Bedingungen gestatten. Da das Signal nur dann von Wirkung sein kann, wenn dem in der Bewegung sich befindlichen Zuge die Möglichkeit geboten wird, vor dem gefährdeten Punkte anzuhalten, muß sich das erstere in einer gewissen Entfernung vom letzteren befinden. Man nennt daher solche Signale Distanzsignale. Eine weitere wesentliche Bedingung ist die, daß das Distanzsignal stets von der zu sichernden Stelle aus gestellt werde, weil nur von dort aus zu beurtheilen ist, ob einem Zuge die Weiterfahrt gestattet werden kann oder nicht.

Die Distanzsignale sind optische Signale und umfassen in der Regel nur zwei Begriffe, indem bei Tage durch die Stellung einer Scheibe (oder Signalarmes) die Fahrt »Frei« gegeben oder durch »Halt« untersagt wird. Bei Nacht kommen die Signalbegriffe durch verschiedenartige Lichter zum Ausdruck. Mitunter findet noch ein dritter Signalbegriff — »Vorsicht« (Langsam fahren) — Anwendung. Seine volle sichernde Wirksamkeit kann ein Distanzsignal nur äußern, wenn es einen Gefahrpunkt permanent abschließt und nur auf directen Befehl dessen, der die Befahrbarkeit desselben allein kennen kann, ohne Zwischentritt eines dritten Willens, dem heranfahrenden Zuge die Ein- oder Durchfahrt öffnet und hinter ihm sofort wieder abschließt. Jede andere Anordnung ist principiell nicht richtig, wenngleich die Erfahrung ergeben hat, daß auch auf solchen Bahnen, welche das Distanzsignal permanent offen lassen und es nur dann schließen, wenn ein Hinderniß die Weiterfahrt verbietet, die Betriebssicherheit eine vollkommene ist.

Nach der Art, wie die Distanzsignale bethätigt werden, unterscheidet man mechanische und elektrische Distanzsignale. Bei den ersteren erfolgt die Stellung

des Signals mittelst Drahtzügen, welche über Führungsrollen laufen, während bei der zweiten Methode die Bewegung des Signalkörpers in die beabsichtigte Stellung mit Hilfe eines elektrisch auslösbaren und nach vollendeter Function sich selbstthätig einlösenden Laufwerkes erfolgt. Die elektrischen Distanzsignale entsprangen aus dem Bedürfnisse, die nicht ganz zuverlässigen mechanischen Vorrichtungen zu ersetzen, doch sind letztere im Laufe der Zeit vielfach verbessert worden, so daß sie noch immer Anwendung finden. Diese letztere ist indes durch die jeweils gegebenen Entfernungen und die Beschaffenheit des Terrains und die Lage der Bahn in diesem eine beschränkte.



Elektrisches Distanzsignal der k. k. österreichischen Staatsbahnen.

Ueber 1800 Meter Distanz vom Stellorte in ebenem Terrain und 1200 Meter in welligem Terrain mit vielen Bahnkrümmungen wird das mechanische Distanzsignal mit Vortheil nicht anzuwenden sein.

Das elektrische Distanzsignal besteht aus der Signalvorrichtung, dem Signalgeber, der Elektricitätsquelle und der Verbindungsleitung zwischen dieser und dem Signal; dieses selbst zerfällt in den Signalkörper, das Laufwerk und das Schutzgehäuse, welches den mechanischen Theil der Signalvorrichtung umgiebt. Bei dieser unterscheidet man wieder Wendescheiben oder Signalarme (Flügeltelegraphen, Semaphoren). Die ersteren sind circa einen Meter im Diameter messende Blechscheiben, welche an einem soliden, meist aus

Eisen construirtem Gestelle vier bis sechs Meter über der Bahn angebracht sind. Diese Scheiben bewegen sich, sei das Distanzsignal nun ein mechanisches oder elektrisches, durch einen entsprechenden Mechanismus derart um ihre verticale Achse, daß sie dem ankommenden Zuge entweder ihre volle Fläche oder ihre scharfe Kante zuwenden; im ersteren Falle zeigt die Scheibe überdies die rothe Farbe und bezeichnet die angegebene Stellung »Halt«, während die Stellung der Scheibe mit der Kante gegen den Zug »Frei« bedeutet. Für »Vorsicht« (oder Langsam fahren) wird die grüne Farbe angewendet. In den Nachtstunden werden zur Signalisirung Laternen an der Signalvorrichtung angebracht, und zwar derart, daß mit der Drehung des Signales auf »Halt« rothes Licht erscheint, während bei der »Frei«-Stellung des Signales weißes Licht sichtbar ist. Grünes Licht bedeutet »Vorsicht«. Die Drehung der Scheiben kann, wie ersichtlich, nur in einem Winkel von 90° erfolgen.

Die weiteren Einzelheiten eines elektrischen Distanzsignals mit Wendescheibe sind aus der Abbildung Seite 542 zu ersehen. Die Scheibe S zeigt hier in der Mitte eine runde Oeffnung (R), welche das Licht der auf einen Dorn (D) aufsetzbaren und durch ein Halseisen (H) versicherten Signallaterne (L) bei der »Halt«-Stellung der Scheibe durchläßt, während bei der »Frei«-Stellung die beiden viereckigen seitlichen Scheiben sichtbar sind. Bei der Stellung auf »Halt« sendet die Laterne durch das runde Loch gegen den ankommenden Zug rothes Licht, während das entgegengesetzte Glas — also gegen die zu deckende Strecke hin — farblos ist. Die seitlichen viereckigen Fenster sind grün, bedeuten also »Frei«, was der Stellung der Scheibe mit der Kante gegen den Zug entspricht. Außer dem runden Loche noch weitere sechs Durchbrechungen (B), welche durch Blechflügel verdeckt sind.

Die Signalscheibe ist an eine Stange (St) festgemacht, welche durch das Dach des pyramidenförmigen Schutzgehäuses (P) reicht und mit dem Laufwerke in Verbindung gebracht ist. Dieses wird durch ein Gewicht (G) in Betrieb gesetzt, sobald auf elektrischem Wege die Auslösung des Bewegungsmechanismus erfolgt. Das Schutzgehäuse ist durch eine Thür (T) zugänglich. Um zu verhindern, daß von der Scheibe Nässe und Regen in das Innere der Pyramide eindringt, ist über die Spitze des Daches ein glockenförmiger Ansatz (A) aufgekappt. Eine an der Pyramide befestigte schmiedeeiserne Leiter gestattet den Zugang zu der Laterne. Von der Beschreibung des Laufwerkes sehen wir, der vielen Details wegen und in Anbetracht des Umstandes, daß die mancherlei Systeme abweichende Anordnung zeigen, ab.

Die zweite Gattung von Distanzsignalen sind die Flügeltelegraphen oder Semaphoren. Es sind dies Maste mit beweglichen Armen, die neben der Bahn an gut sichtbaren Punkten am besten so hoch aufgestellt sind, daß sie einen hellen Hintergrund haben. Die an den Masten befindlichen Arme oder Flügel sind $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Meter lang, etwa $^1/_2$ Meter breit und werden, um dem Angriffe des Windes möglichst wenig Widerstand entgegenzusetzen, mit gitterförmig durchbrochener Fläche hergestellt. Die Arme werden durch Drahtzüge oder Gestänge mittelst Hebel bewegt,

so daß sie in die gewünschten Stellungen gebracht werden können. Conform der Vollstellung der Wendescheibe bedeutet der wagrecht ausgestreckte Signalarm »Halt«. Bei Nacht schiebt sich mit der wagrechten Lage des Armes eine rothe Scheibe vor die Laterne. Steht der Arm schräg nach aufwärts, so bedeutet dies »Frei«, zugleich zeigt sich das weiße Licht der Laterne. Das Vorsichtssignal wird dadurch ertheilt, daß der Arm schräg nach abwärts gerichtet wird und eine grüne Blende vor der Laterne erscheint.

Diese Signalordnung ist übrigens nicht überall die gleiche; so wird beispielsweise auf den englischen Bahnen das Ordnungssignal durch gänzliches Niederlassen des Armes, so daß er am Maste herabhängt, gegeben. Auf deutschen Bahnen fällt das Signal beim Reißen des Drahtes von selbst in die »Halt«-Stellung; es kann überhaupt nicht tiefer als in die wagrechte Lage gelangen, da es in dieser durch kräftige Gabeln aufgefangen und gehalten wird. Demgemäß ist auch das Vorsichtssignal, weil der Arm in die Stellung schräg nach abwärts nicht gebracht werden kann, ein anderes: mit dem schräg nach aufwärts gerichteten Arme erscheint gleichzeitig eine grüne Scheibe am Maste. Auf deutschen und österreichischen Bahnen besteht noch das »Ruhesignal«, bei welchem die Arme frei am Maste herabhängen.

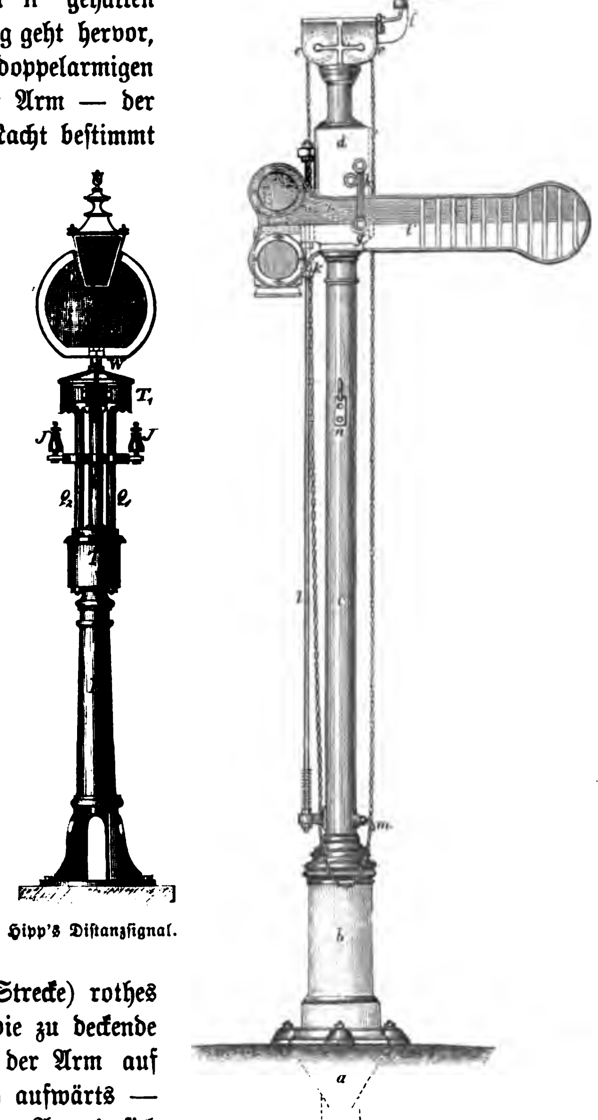
Auf englischen Bahnen kennt man das Ruhesignal nicht und nehmen hier die Arme in der Regel die »Halt«-Stellung ein.

Der gewöhnliche Flügeltelegraph trägt nur einen Arm. Es können aber im Bedarfsfalle auch mehrere Arme angebracht werden, wobei man zu unterscheiden hat zwischen Signalen, welche einen bestimmten gefährdeten Punkt der Bahn decken, und solchen Signalen, die den Zustand der ganzen hinter ihnen liegenden Strecke bezeichnen sollen. Die Signale ersterer Gattung stehen in einer bestimmten Entfernung von dem gefährdeten Punkte, die Signale der zweiten Gattung jedoch am Anfangspunkte der betreffenden Strecke. In beiden Fällen ist an jeder Seite des Mastes je ein Signalarm angebracht. In Fällen, wo mehrere Bahnen an einem Punkte zusammenlaufen, werden die Arme an dem Maste übereinander angeordnet und gilt der oberste Arm für das am weitesten rechts, der unterste für das am weitesten links gelegene Geleise; die Zwischenarme correspondiren mit den anderen noch vorhandenen Geleisen. Eine ähnliche Anordnung wird bei Geleisabzweigungen größerer Bahnhöfe getroffen, in welchem Falle der oberste Arm in der Regel für das Hauptgeleise bestimmt ist. Eine dritte Anordnung endlich tritt dann ein, wenn mehrere Geleise verschiedener Bahnen nebeneinander liegen; der Mast zeigt dann auf beiden Seiten mehrere Arme untereinander, von welchen die rechtsstehenden für die eine, die linksstehenden für die andere Fahrtrichtung bestimmt sind.

Eine recht sinnreiche Anordnung zeigt der hier abgebildete Flügeltelegraph. Derselbe setzt sich zusammen: aus dem Sockel b, der Säule c, dem Laufwerksgehäuse d, dem Rollengehäuse e, dem Flügel i', dem Laternenträger k, der Leitstange l, der Aufzugkette und dem Isolatorenträger f. Da bei diesem Signal die Bethätigung auf elektrischem Wege erfolgt, ist der Arm mit dem in dem Gehäuse d

Kanonenwagen.

montirten Laufwerke in Verbindung gebracht, und zwar mittelst der Achse g, welche nicht innerhalb des Gehäuses gelagert ist, sondern auf zwei Körnerschrauben läuft, welche von den hinten und vorne am Gehäuse befestigten Winkeln h gehalten werden. Aus dieser Anordnung geht hervor, daß der Signalarm einen doppelarmigen Hebel bildet, dessen kürzerer Arm — der für die Signalisirung bei Nacht bestimmt ist — in eine Brille mit farbigen Gläsern (oben grün, unten roth) endigt. An der Armachse g ist ein zweiter kleiner Arm (i), und zwar an der Rückseite des Laufwerksgehäuses angebracht; er trägt eine einfache Brille mit grünem Glase.



Hipp's Distanzsignal.

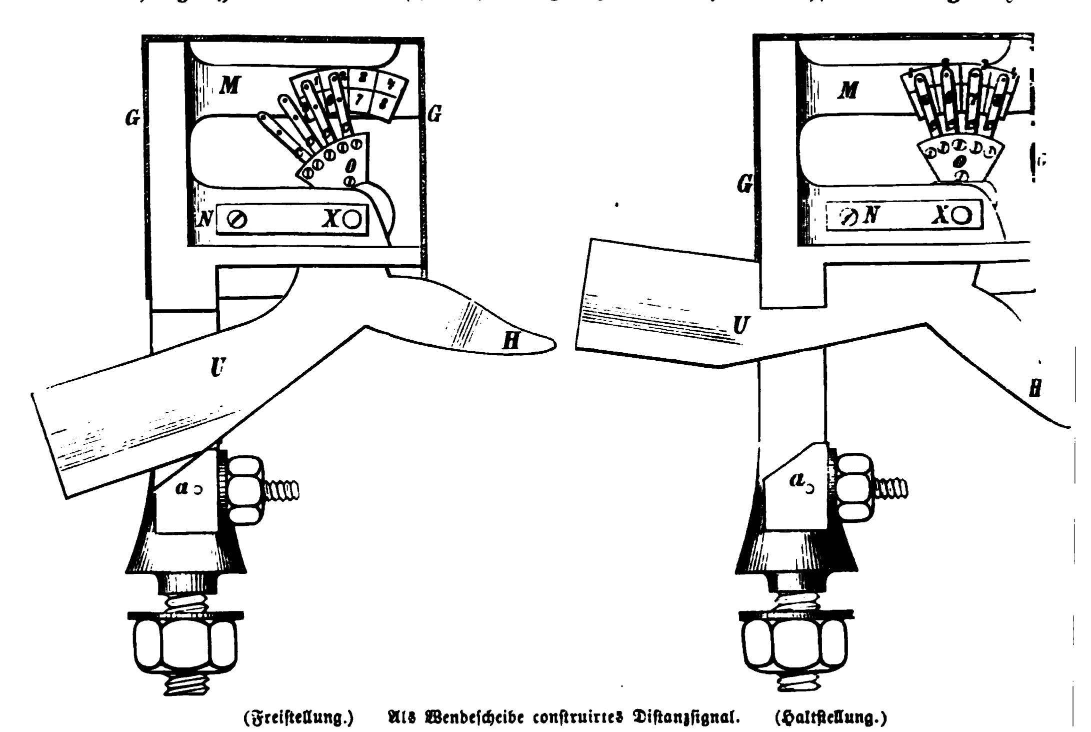
Armsignal der österreichischen Nordwestbahn.

Die Signalisirung bei Tag ergiebt sich aus unseren früheren Mittheilungen. Bei Nacht wird die Laterne an der Leitstange mittelst der Zugkette aufgezogen, wobei ein in den Haken m einzuhängender größerer Ring den Punkt bezeichnet, bis zu welchem die Laterne emporzuziehen ist. Wird nun der Arm auf »Halt« — also wagrecht — gestellt, so leg sich die rothe Scheibe vor die Laterne und das Signal zeigt nach vorne (gegen die Strecke) rothes Licht, nach rückwärts (gegen die zu deckende Strecke) weißes Licht. Steht der Arm auf »Frei« — also schräg nach aufwärts — so legen sich, weil der kleine Arm i sich mitbewegt, sowohl nach vorne als nach rückwärts grüne Gläser vor die Laterne.

Bei den Schweizer Bahnen findet vielfach das Distanzsignal von Hipp Anwendung. Dasselbe ist eine Wendescheibe in der Anordnung, wie sie vorstehend

abgebildet ist. Auf dem eisernen Säulenschaft R ruht zunächst die Trommel T, in welcher das Laufwerk und die elektrische Auslösung untergebracht sind. Drei Röhren (Q, Q_1, Q_2), welche auf diesem Gehäuse aufstehen und an denen die Isolatorenträger (J) angebracht sind, endigen an einer zweiten Trommel (T_1), deren mit der Scheibe sich drehende Haube zwei senkrecht stehende Windflügel (W) trägt. Diese letzteren haben den Zweck, die Scheibe gegen Winddruck zu schützen. In der zweiten Linie ist das Arretirungswerk montirt.

In Frankreich hat die von uns bereits wiederholt besprochene automatische Bethätigung der Locomotivpfeife für Signalzwecke nach dem System Lartigue zu



(Freistellung.) Als Wendescheibe construirtes Distanzsignal. (Haltstellung.)

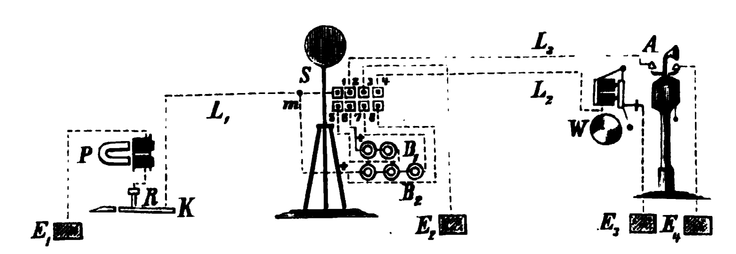
einem auf Schienencontact beruhenden Distanzsignal geführt, das hier abgebildet ist. In der Regel wird nämlich durch den bekannten »Krokodilcontact« (und die elektrisch auszulösende Dampfpfeife), wo sich in der durch das betreffende Distanzsignal gedeckten Station auch ein Annäherungssignal befindet, dieses gleichzeitig bethätigt, gleichgiltig, ob das Stationssignal auf »Halt« oder »Frei« steht, beziehungsweise ob die Lartigue'sche Dampfpfeife ausgelöst wird oder nicht.

Die hier stehenden Abbildungen führen die Contactvorrichtung eines solchen als Wendescheibe construirten Distanzsignales vor. Das Signal wird mittelst Drahtzuges gestellt. Bei der Freilage berührt das schwere, um die Achse X drehbare Eisenstück U die Nase a, wie dies in der ersten Abbildung veranschaulicht ist.

c, c, c, c sind vier Contactspangen, die mit dem Ebonitstück o an U befestigt sind, und von welchen zwei die gleichfalls in eine Ebonitplatte eingelassenen und auf dem Gestellarme M befestigten Contactlamellen berühren.

Es sind acht solche Lamellen vorhanden, die paarweise übereinander stehen, $^1/_5$, $^2/_6$, $^3/_7$, $^4/_8$. Wird die Wendescheibe auf »Halt« gestellt, so drückt ein an der Scheibenspindel vorstehender, sich mit derselben bewegender Arm auf H und hebt das System in die in der rechtsseitigen Abbildung dargestellte Lage. Während vorher nur die Lamellen $^1/_5$ und $^2/_6$ durch die Spangen c verbunden waren, sind nunmehr auch $^3/_7$ und $^4/_8$ miteinander in Verbindung gebracht. Nach Rückstellung der Scheibe auf »Frei« tritt wieder die in der linksseitigen Abbildung dargestellte Lage ein, weil U durch sein Eigengewicht auf a herabfällt.

Die Art, wie die gesammte Signalvorrichtung functionirt, ergiebt sich aus der angefügten schematischen Darstellung. Nehmen wir an, ein Zug nähert sich der Station, deren Distanzsignal auf »Frei« steht. In dem Augenblicke, wo die



Gesammtanordnung des nebenstehenden Signals.

Metallbürste der Locomotive (R) den Schienencontact (das Krokodil K) berührt, wird eine in der Nähe des Signales untergebrachte Batterie (B_1) bethätigt. Dieselbe entsendet den Strom über die Lamellen $^6/_2$ der früher beschriebenen Contactvorrichtung und weiterhin vermittelst der Leitung L_3 zum Annäherungssignal A, von hier in die Erde (E_4), zuletzt über E_1 und von hier in den Körper der Locomotive, den Elektromagnet der Lartigue'schen Dampfpfeife (P), den Schienencontact (M) und vermittelst der Leitung L_1 über die Lamellen $^1/_5$ zurück zum Zinkpole der Batterie B_1. Es wird also das Annäherungssignal bethätigt, nicht aber die Dampfpfeife, deren Anker nur durch einen positiven, aus der Linie kommenden Strom abgerissen wird. Steht das Signal auf »Halt«, d. h. soll das Annäherungssignal und die Dampfpfeife bethätigt werden und gleichzeitig ein Wecker (W) — von dem eine eigene Leitung (L_2) zum Signale führt — die Stationsdeckung controliren, so tritt eine zweite Batterie (B_2) in Wirksamkeit. Steht das Signal auf »Halt«, so findet der Strom dieser Batterie über $^7/_3$, E_2, E_3, W, L_2 und $^4/_8$ ihren Schluß und betreibt den Controlwecker. Wird nun durch einen herannahenden Zug der Schienencontact bethätigt, so werden, da vom positiven Pole der Batterie B_2 auch noch ein Nebenschluß bei m zur Leitung L_1 besteht,

beide Batterien über L_1, K, R, P zu E_1 geschlossen, was einerseits die Auslösung des Annäherungssignales A durch B_1, anderseits die Bethätigung der Dampfpfeife durch den positiven Stromüberschuß der Batterie B_2 zur Folge hat.

Neuester Zeit sind übrigens viele französische Locomotiven mit Vorrichtungen versehen worden, welche ganz der Lartigue'schen Dampfpfeife gleichen, jedoch mit dem Unterschiede, daß der abgerissene Elektromagnetanker nicht den Dampfweg zu einer Pfeife, sondern jenen zum Injector der Smith'schen Vacuumbremse öffnet. Bei dieser Anordnung wird sonach der Maschinenführer nicht durch ein Warnungssignal auf die »Halt«-Stellung des Distanzsignales, dem er sich nähert, aufmerksam gemacht, sondern es wird gleich der Zug selbst gebremst. (Vgl. Kohlfürst, a. a. O.)

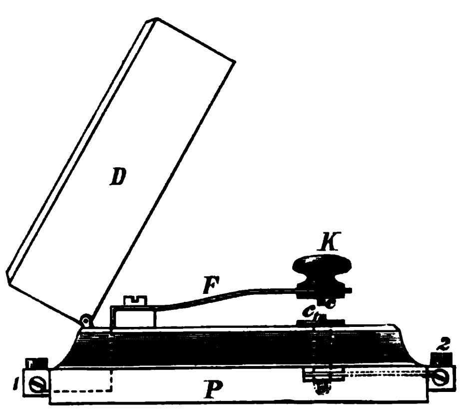
Abweichend von den bisher beschriebenen Anordnungen der Distanzsignale ist der »Elektrische Semaphor« von Long, der auf amerikanischen Bahnen Eingang gefunden hat. Das Eigenartige an dieser Vorrichtung ist, daß die Stellung des Signalarmes nicht durch Vermittelung eines besonderen Laufwerkes, sondern direct durch die elektrische Vorrichtung erfolgt. Den ziemlich complicirten Mechanismus ersieht man aus der nebenstehenden Abbildung. Der Apparat wird durch eine dem Siemens'schen Magnetinductor ähnliche magnet-elektrische Maschine betrieben, indem vom Stellorte aus nach dem Apparate Wechselströme geleitet werden, die daselbst den Anker (A) einer magnetischen Batterie (NS) abwechselnd nord- und südmagnetisch machen, so daß er in rasch oscillirende Bewegung geräth. Durch eine sinnreiche Vorrichtung werden diese Oscillationen in eine continuirliche Bewegung umgesetzt, welche sich auf den Signalarm überträgt.



Long's Distanzsignal (elektrisch betriebener Semaphor).

Die weitere Einrichtung des Mechanismus ist die folgende. An der Drehachse des Signalarmes ist ein Kurbelarm (K) angebracht, der durch eine kleine Gelenkstange mit einem Krummzapfen in Verbindung steht, der seinen höchsten Punkt einnimmt, wenn der Signalarm horizontal, also auf »Halt« steht, dagegen seine tiefste Lage hat, wenn der Arm unter 60° nach abwärts zu liegen kommt. d. h. nach amerikanischer Uebung auf »Frei« zeigt. Der erwähnte, in der

Abbildung nicht sichtbare Krummzapfen sitzt auf der Welle eines Zahnrades, welches durch ein kleines Trieb (t) gedreht wird. Die Achse (o) dieses Triebes wird durch den Anker A vermittelst der beiden Spangen f und f_1 angetrieben; die Spangen sind einerseits an den Anker derart befestigt, daß sie durch seine oscillirenden Bewegungen auf- und abgezogen werden, während sie anderseits mit der Trommel T in Verbindung stehen, und zwar die eine Spange mit der einen Hälfte derselben, die zweite Spange mit der anderen Hälfte. Dadurch machen die beiden Trommelhälften (Ringe) die Bewegungen der Spangen nach aufwärts und abwärts mit. Durch eine weitere Vorrichtung innerhalb der Trommel wird bewirkt, daß nur die Abwärtsbewegungen die Achse des Signalarmes mitnehmen, während die Aufwärtsbewegungen der Spangen zwar eine Verschiebung des betreffenden Ringes bewirken, jedoch keinen Antrieb auf die Achse äußern. Für jede Signalstellung wird eine besondere Leitung benützt, weshalb am Stellorte zwei Taster, am Stellapparate ein automatischer Umschalter vorhanden sind.



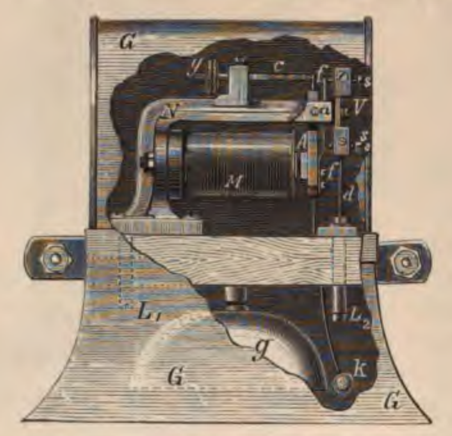
Signalgeber-Taster.

Gleich den Glockensignalen werden auch die Distanzsignale entweder mit galvanischen Batterien oder Inductoren betrieben. Es handelt sich sonach entweder um Ruhestrombetrieb oder Arbeitsstrombetrieb. Bei Batteriebetrieb steht das Signal, so lange die Elektromagnetspulen stromdurchflossen sind, auf »Frei« und stellt sich bei unterbrochenem Stromkreis auf »Halt«. Man ersieht hieraus, daß die »Halt«-Stellung auch dann erfolgen muß, wenn irgend eine Störung die Leitung unterbrochen hat, was aus Sicherheitsgründen von großem Vortheil ist. Dagegen hat der Inductionsbetrieb den Vorzug, daß er mit kräftigen Strömen arbeitet, welche ein Versagen des mechanischen Theiles des Apparates — sofern dieser in Ordnung ist — ausschließen. Die Leitungen sind entweder Doppelleitungen, oder es wird nur eine Leitung hergestellt und die Erde als Rückleitung benützt, doch kommt man in neuester Zeit von letzterer Anordnung immer mehr ab, da die Kosten der Doppelleitungen nicht wesentlich höher sind und der Widerstand sich nicht so fühlbar macht wie bei den Erdleitungen.

Da die Stromabgabe beim Inductionsbetrieb mittelst der am Inductor angebrachten Kurbel erfolgt, ist principiell ein Signalgeber entbehrlich, sobald der Inductor in dem geschlossenen Stromkreis sich befindet. Um nun das zufällige Kurbeln, welches eine Umstellung des Signales bedingen würde, unschädlich zu machen, ist in den Stromkreis ein Taster eingeschaltet, der den Stromkreis unterbricht. Soll also das Signal bethätigt werden, so genügt das Kurbeln allein nicht,

sondern es muß gleichzeitig der Taster niedergedrückt werden. Die Anordnung dieses Tasters ist aus der Figur Seite 549 zu ersehen. F ist eine kräftige Messingfeder, K der Drücker, c c_1 sind die Contacte, 1, 2 die Klemmen für die Leitungsdrähte. Der Taster ist auf einem Postamente (P) montirt und wird für gewöhnlich mit einem Deckel (D) geschlossen, um ein zufälliges Drücken auf den Knopf zu verhüten.

Bei den Distanzsignalen ist es principiell wichtig, an jenem Punkte, von welchem aus das Signal bethätigt wird, über das richtige Arbeiten des Signals jederzeit genaue Kenntniß zu geben. Das Distanzsignal steht häufig so entfernt, oder es wird durch das Terrain derart verdeckt, daß durch den Augenschein die gewünschte Orientirung nicht gewonnen werden kann. Aus diesem Grunde sind besondere Vorrichtungen nothwendig, welche entweder durch optische oder akustische Zeichen über



Controlklingelwerk.

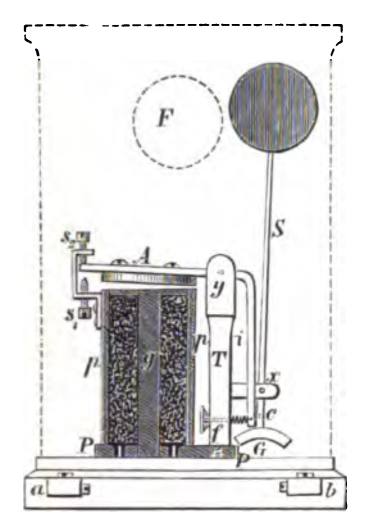

Galvanoskop.

die Wirksamkeit des Signalapparates, beziehungsweise über seinen Zustand Aufschluß geben.

Man nennt diese — auch sonst bei Eisenbahnsignalen und den einschlägigen Installationen (vgl. die Centralweichenstellwerke 2c.) nothwendigen — Vorrichtungen **Controlapparate.** Bei den Distanzsignalen handelt es sich um Contactvorrichtungen, welche derart construirt sein müssen, daß sie beim Umstellen des Signales entweder den Stromkreis schließen oder unterbrechen, beziehungsweise die Stromrichtung umkehren. Bei jeder dieser Voraussetzungen wird in der Leitung ein Zustand geschaffen, welcher die mit dem Signalapparat in Verbindung gebrachte Controlvorrichtung bethätigt und so lange wirksam bleibt, als das Distanzsignal in der ihm gegebenen Stellung verharrt.

Als typisch für einen derartigen Apparat kann das **Controlklingelwerk** gelten, das man z. B. auf den österreichisch-ungarischen Eisenbahnen auf allen Stationsperrons findet und von dem hier eine Abbildung gegeben ist. Die Glocke g

wird durch den Anschlag des Klöppels k bethätigt, und zwar dadurch, daß der an letzterem angebrachte Anker A von den Spulen M abwechselnd angezogen und abgestoßen wird. Das eine Multiplicationsende ist zur Anschlußklemme L_1 geführt, das zweite mit dem Metallbügel N verbunden. Das von letzterem isolirte Metallstück V trägt die Contactschraube s_2 (s_1 hat eine Elfenbeinspitze) und ist mit der zweiten Anschlußklemme durch den Draht d verbunden. Bei abgerissenem Anker ist der Stromweg von L_1 über M N, dem Anker A und der daran befestigten Feder f, die Contactschraube s_2, den Verbindungsdraht d und L_2 hergestellt. Wird der Anker angezogen, so schlägt der Klöppel an die Glocke und die Feder f verläßt den Contact s_2, die Linie unterbrechend. Das Klingelwerk ist also ein Selbstunter-



A. Allmer's optischer Controlapparat.

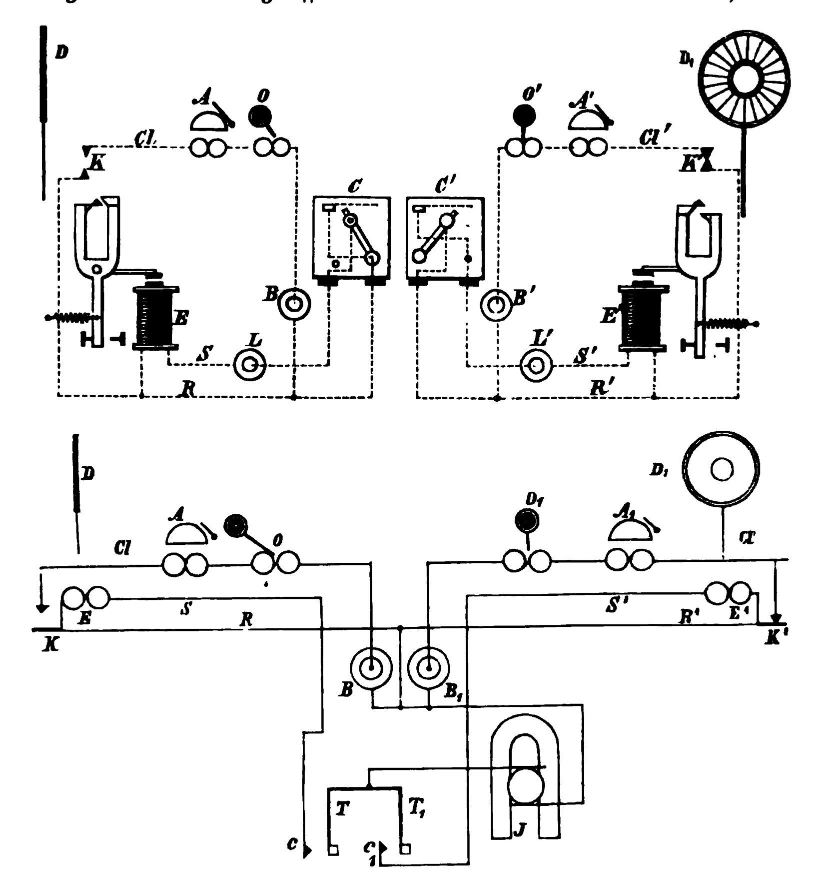


A. G. Gilbert's Controlapparat.

brecher. Um sein lästiges Rasseln zur verhüten, macht man den Stiel des Klöppels möglichst lange. Die ganze Vorrichtung ist in dem Schutzgehäuse G, welches an die Perronwand festgemacht wird, montirt.

Von den mancherlei optischen Controlvorrichtungen, welche meist einfache Galvanoskope sind, giebt die S. 550 abgebildete ein Beispiel. Hinter einem Fensterchen bewegt sich ein Zeiger, welcher in der Ruhestellung senkrecht steht, bei der Bethätigung des Apparates aber entweder rechts oder links ausschlägt. Ist die Linie stromlos, d. h. frei, so verharrt der Zeiger in seiner senkrechten Stellung. Erfolgt der Ausschlag nach rechts oder links, so ist Strom in der Linie, was dem »Halt«-Signale entspricht. Bei anderen Apparaten treten entweder die roth- oder die weiß-gestrichenen Segmente einer kleinen Scheibe vor das Fensterchen. Der von A. Allmer construirte Controlapparat setzt eine kleine rothe Scheibe in Bewegung,

welche sich vor das sonst weiß erscheinende Fensterchen legt. Zu diesem Ende wird, wie die vorstehende Figur zeigt, der mit einem bogenförmigen Gewichte (G) versehene, um eine Achse (x) drehbare Scheibenstiel von einem vom Anker (A) rechtwinkelig abgebogenen (um die Achse y des Ständers T drehbaren) Schenkel (i) seitwärts gedrückt. Bei abgerissenem Anker wird der Druck durch die Gegen-



Leitende Verbindungen sämmtlicher Theile eines elektrischen Distanzsignals.

wirkung der Feder aufgehoben. Die übrigen Details der Zeichnung veranschaulichen die Anordnung des ringförmigen Elektromagneten, dessen Drahtwindungen zwischen dem in die schmiedeeiserne Fußplatte eingeschraubten cylindrischen Schenkel p und dem schmiedeeisernen Röhrenstücke G liegen; s_1 und s_2 sind die Contactpunkte.

Ein von A. E. Gilbert ersonnener, auf der Hochlandseisenbahn eingeführter Controlapparat wiederholt vermittelst eines kleinen Armes die Stellungen des Signalarmes am Flügeltelegraphen. Der Apparat functionirt nur dann, wenn eine der beiden Leitungen, der Stellung des Signales entsprechend, geschlossen ist, indem einer der beiden Elektromagneten des Controlapparates (M_1 und M_2 in Figur

auf Seite 551) vom Strome durchflossen wird und der angezogene Anker den kleinen Signalarm bethätigt. Derselbe nimmt alsdann die Stellung von »Halt« oder »Frei«, conform derjenigen des Armes am Signalmaste, an. In der Ruhelage oder bei jeder incorrecten Stellung des Signalmastes wird der Controlapparat nicht bethätigt.

Die leitenden Verbindungen sämmtlicher Theile eines elektrischen Distanzsignales ergeben sich aus den beigefügten Zeichnungen, und zwar zeigt die erste derselben die Anordnung für zwei durch Batteriestrom betriebene Distanzsignale, während die zweite Zeichnung die Anordnung bei Inductionsbetrieb veranschaulicht. Hier ist J der gemeinsame Inductor, $T T_1$ sind die Taster, mittelst welchen die Inductionsströme entsendet werden, je nachdem die ersteren an die Contacte c oder c_1 gedrückt werden. Zur weiteren Erklärung diene: in der ersten Darstellung sind L L' die Leitungsbatterien, S S' die Stellleitungen, R R' die Rückleitungen, $D D_1$ die Distanzsignale, E E' die Elektromagnete, Cl C' die Centralleitungen, K K' die Contacte an den Distanzsignalen, A A' die akustischen, O O' die optischen Controlvorrichtungen, B B' die Batterien zur Bethätigung der letzteren. Eine weitere Vorrichtung sind die Commutatoren C C', von welchen in unseren Ausführungen nicht die Rede war, weil zu ihrem Verständnisse eine genaue Beschreibung des Mechanismus des Laufwerkes am Signalkörper des auf S. 542 abgebildeten und besprochenen Wendescheibensignales nothwendig gewesen wäre. Wir haben davon abgesehen, weil wir uns hiebei zu sehr in rein fachmännische Erläuterungen hätten einlassen müssen.... Für die zweite Figur gelten die zu der ersten Figur gegebenen Buchstabenerklärungen.

Wir haben schon gelegentlich der Besprechung der akustischen Avertirungssignale (Lartigue'sche Dampfpfeife S. 531) die Nothwendigkeit hervorgehoben, dem Locomotivführer die Möglichkeit zu bieten, bei störenden Einflüssen sich von dem Zustande der befahrenen Strecke zu unterrichten, d. h. in solchen Fällen, in denen er, durch andere wichtige Manipulationen behindert, das Distanzsignal nicht gesehen hat oder dasselbe wegen Nebel, schwerem Regen oder dichtem Schneefall überhaupt nicht sehen konnte. Zu diesem Zwecke dienen ganz allgemein die **Knallsignale** oder, wie sie in England bezeichnend heißen: »Nebelsignale«. Diese Signale bestehen aus flachen Kapseln aus starkem Blech, die mit einer Zündmasse gefüllt sind und mittelst daran gelötheten Blechstreifen auf den Schienen befestigt werden können. Drückt das erste Rad auf eine solche Kapsel, so explodirt sie mit heftigem Knalle, welcher stets als Gefahrsignal gilt und somit »Halt« gebietet.

Da die Knallkapseln den Nachtheil haben, durch atmosphärische Einflüsse zu verderben, werden stets mehrere derselben hintereinander gelegt, und zwar auf beiden Gestängen des zu sperrenden Geleises. Knallsignale werden übrigens auch auf offener Strecke im Momente der Gefahr von den dienstthuenden Wärtern benützt. Stehen die Knallsignale mit dem Distanzsignale in Beziehung, so trifft man mitunter die Anordnung, daß beide Signale durch eine mechanische Vorrichtung derart in Verbindung gebracht werden, daß die Kapseln jedesmal bei der Umstellung des

Distanzsignales auf »Halt« selbstthätig auf die Schiene geschoben, bei der Umstellung auf »Frei« wieder weggeschoben werden. Sollte also der Locomotivführer die »Halt«-Stellung nicht bemerken, so erhält er durch die Detonation der Knallkapsel ein zweites Signal. Muß ein Zug aus irgend einem Grunde in offener Strecke halten, so werden, um denselben nach beiden Richtungen gegen anfahrende Züge zu decken, mindestens 500 Meter von ihm entfernt, rück- und vorwärts, Knallkapseln ausgelegt.

Die Knallsignale stammen aus England und finden auf englischen Bahnen eine weit ausgedehntere Anwendung als auf den Bahnen des Continents, so daß dort während der so häufigen Nebeltage oft die ganze Betriebssicherung durch diese Signale erfolgt. Diese Erscheinung spiegelt sich in den Zahlen der verbrauchten Kapseln. Während beispielsweise an einem Nebeltage die Stationen der South-Easternbahn, welche in London liegen, 1440 Stück verbrauchten, consumirte die Köln-Mindener Bahn auf fast 800 Kilometer Bahnlänge nur zwischen 50—60 Stück jährlich!... Für den Verkehr während der Nebeltage bestehen auf den englischen Bahnen eigene Instructionen, worunter die wichtigste die Aufstellung von Nebelwärtern (Fogmen) zu den Distanzsignalen ist. Jeder Fog-Signalmann ist mit einer Handlampe, einer entsprechenden Anzahl von Knallkapseln und einer rothen und grünen Signalfahne versehen; er hat sich beim Distanzsignal derart aufzustellen, daß er genau die Stellung desselben zu erkennen vermag, um dem Maschinenführer die jeweiligen Signale mit den Fahnen geben zu können. Er hat ferner zwei Knallsignale auf die Schienen zu legen und selbe so lange dort zu belassen, als das Distanzsignal auf »Halt« (Danger Signal) steht. Wird das Signal auf »Ordnung« (All right) gestellt, sind die Knallkapseln zu entfernen, jedoch sofort wieder auf die Schienen zu legen, sobald der Zug passirt ist und das Distanzsignal wieder die normale »Halt«-Stellung angenommen hat.

Auch sonst sind im englischen Signalwesen einige Eigenthümlichkeiten zu constatiren, die von Interesse sind. Die stationären Signale sind durchwegs Semaphoren, deren Stellung ausnahmslos auf mechanische Weise erfolgt. Die Stationssignale (Home Signales) haben ihren Aufstellungspunkt in den Stationen und bei jedem Signalhäuschen und ist für jedes Stamm- oder Mittelgeleise ein besonderer Mast aufgestellt, an welchem so viele Flügel angebracht sind, als vom Stammgeleise Fahrstraßen abzweigen. Bei Abzweigestationen (Junctions) sind diese Signale unmittelbar neben den abzweigenden Weichen aufgestellt. Auf den größeren Stationen sind die Ein- beziehungsweise Ausfahrtssignale zu möglichst großen übersichtlichen Signalbildern zusammengefaßt, wie das beigefügte Vollbild veranschaulicht. Die englische Signalordnung gestattet dem Locomotivführer, wenn das Distanzsignal auf »Halt« steht, die Strecke vor ihm aber frei ist, ersteres langsam und vorsichtig zu überfahren, unbedingt aber beim Stationssignale anzuhalten.

Der Eisenbahnbetrieb erfordert neben den im Vorstehenden ausführlich beschriebenen Signaleinrichtungen noch verschiedene optische und akustische Signale, für welche besondere Vorrichtungen nicht bestehen, indem sie entweder mit

solchen Signalkörpern erfolgen, die das Personale mit sich herumträgt (Laternen, Fahnen), oder mittelst an den Zügen in bestimmten Constellationen angebrachten farbigen Lichtern, oder schließlich mittelst der Locomotivpfeife gegeben werden. Auch die Stellung, welche der Bahnwärter auf seinem Posten einnimmt, wird für Signalzwecke ausgenützt. Ist die Strecke in Ordnung, so macht auf deutschen und österreichisch-ungarischen Eisenbahnen der Wärter Front gegen den Zug und läßt beide Arme am Leibe herunterhängen; auf englischen Bahnen wird ein Arm wagrecht ausgestreckt, was unlogisch ist, da die wagrechte Flügelstellung am Signalmast »Halt« bedeutet.... Das Vorsichtssignal wird gegeben, und zwar auf deutschen Bahnen durch den wagrecht ausgestreckten Arm, auf österreichisch-ungarischen Bahnen durch die Haltung des Armes schräg nach abwärts, während auf englischen Bahnen der Wärter einen Arm über dem Kopfe hält. Unter diesen Handsignalen ist das österreichische das zweckmäßigste, weil die Stellung des Armes dem betreffenden Signal für »Langsam fahren« entspricht. Um das »Halt«-Signal zu geben, wird auf deutschen Bahnen irgend ein Gegenstand, in Oesterreich-Ungarn eine rothe Fahne (Nachts ein Licht) hin und her geschwenkt; auf englischen Bahnen hat der Wärter beide Arme über dem Kopfe senkrecht erhoben zu halten.

Die zu den bekannten drei Signalbegriffen in Anwendung kommenden Farben sind dieselben wie an den stationären Signalen: Roth = Gefahr, Grün = Vorsicht, Weiß = Ordnung. Auf englischen Bahnen ist sehr zweckmäßig die Einrichtung getroffen, daß die zur Verwendung kommenden Signalfahnen der hierfür bestimmten Farbe entsprechen müssen, so daß beispielsweise eine rothe Fahne absolut nicht für das Signal »Vorsicht« oder »Ordnung« in Verwendung genommen werden darf. Das Personale ist in Folge dieser, jeden Irrthum ausschließenden Maßregel mit je einer rothen, grünen und weißen Fahne ausgerüstet. In Oesterreich-Ungarn sind die rothen Handscheiben und Fahnen nicht immer Haltesignale, sondern sie werden auch als Langsamfahrsignale benützt, je nachdem sie in oder neben dem Geleise aufgestellt sind, oder je nach der Stellung, in welcher sie von dem Signalisirenden in der Hand gehalten werden.

Auch am Zuge sind rothe Scheiben und Laternen mit verschiedenfarbigen Gläsern gebräuchlich. Roth ist auch hier für den nachfahrenden Zug jederzeit das Gefahrsignal; dagegen haben die grünen Signale verschiedene Bedeutung, indem sie in keiner Beziehung zu dem Langsamfahrsignal stehen, sondern das Bahnpersonal nur auf besondere Vorgänge aufmerksam machen sollen. Allgemein gebräuchlich ist, daß jeder Zug nach Sonnenuntergang oder bei Nebel am letzten Wagen drei Schlußsignallichter tragen muß. Die Art der Avisirung mittelst der Schlußlichter ist übrigens in den verschiedenen Ländern eine abweichende. So erfolgt beispielsweise auf englischen Bahnen die Avisirung eines Extrazuges seitens des vorausgehenden fahrplanmäßigen Zuges derart, daß ein Separat-Personenzug durch zwei am letzten Wagen angebrachte übereinander stehende, ein Separat-Lastzug durch zwei nebeneinander stehende rothe Schlußlaternen signalisirt wird.

Zu den akustischen Signalen gehören außer den elektrisch betriebenen Läutewerken und den Knallsignalen noch diejenigen, welche von der Stationsglocke dem Publicum gegeben werden, die Signale des Zugspersonales mittelst Schrillpfeifchen und Hörnern und die Locomotivpfiffe. Die letzteren sind meistens nur Achtungssignale, sodann Bremssignale in Fällen, wo die durchgehenden Bremsen noch nicht eingeführt sind. Auf englischen Bahnen dienen die Locomotivpfiffe überdies zur Verständigung des Personales über die Gattung des zu erwartenden Zuges. So wird beispielsweise signalisirt: ein Personenzug (Passenger Train) — ein langer Pfiff; ein Güterzug (Good Train) — zwei lange Pfiffe; ein Kohlenzug (Mineral Train) — drei lange Pfiffe; eine leere Maschine — vier lange Pfiffe u. s. w.

Auf den amerikanischen Bahnen (es sind damit immer diejenigen der Vereinigten Staaten von Amerika gemeint) sind noch andere Dampfpfeifensignale üblich, und zwar (— langer Ton, ◡ kurzer Ton):

1. ◡ ◡ Antwort während der Fahrt auf das Signal des Zugführers, daß auf der nächsten Station gehalten werden soll;
2. ◡ ◡ ◡ beim Halten — der Führer will den Zug nach rückwärts schieben;
3. ◡ ◡ ◡ beim Fahren — der Zug trägt Signale;
4. — — — Ruft den Flaggen- oder Signalwärter herbei;
5. ◡ ◡ ◡ ◡ Führer ruft nach Signalen;
6. — — ◡ ◡ der Zug nähert sich im Gefälle einer Kreuzung;
7. ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ der Flaggenwärter soll zurückgehen und den Zug decken;
8. ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ ◡ .... Alarmsignal, wenn Vieh den Bahnkörper besetzt hält und Gefahrssignal überhaupt.
9. ——— ein fünf Secunden andauernder langer Pfiff — Annäherung an eine Station, Zugbrücke, Kreuzung.

Außerdem werden die herkömmlichen Dampfpfeifensignale als Achtungssignale Bremssignal (◡) und Signal zum Lösen der Bremsen (— —) gegeben.

Zum Verständnisse einiger der vorstehend gekennzeichneten Signale sind einige Bemerkungen über das amerikanische Signalwesen nothwendig. Die amerikanischen Bahnen begnügten sich bislang mit sehr einfachen, ja geradezu primitiven Signalmitteln, um an Kosten möglichst zu sparen, was bei der ungeheueren Ausdehnung der einzelnen Linien allerdings von Belang ist. Außerdem ist auf den meisten Linien der Verkehr sehr wenig dicht und die Fahrgeschwindigkeit der Züge eine weit geringere als auf den diesseitigen Bahnen. Indes haben sich diese Verhältnisse in letzter Zeit erheblich geändert, indem in manchen Staaten, insbesondere in den östlichen, durch Vermehrung der Verbindungs- und Abzweiglinien ein ziemlich engmaschiges Eisenbahnnetz entstanden ist, die Fahrgeschwindigkeit nicht unbeträchtlich erhöht wurde, sondern fallweise sogar ein Maximum erreichte, das Alles übertrifft, was nach dieser Richtung in Europa selbst nur auf dem Wege des Experimentes versucht wurde. Daraus erwuchs die Nothwendigkeit, auch dem Signalwesen erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken und überall dort, wo es die Umstände erheischen,

mit dem alten Schlendrian zu brechen. Wir haben bereits an anderer Stelle (vgl. S. 21) hervorgehoben, wie fruchtbringend sich dieser neue Impuls bei einem mit technischem Genie so reich bedachten Volke, wie es die Amerikaner sind, erwies, und daß aus dem Stadium der Experimente mehrere theils mehr theoretisch-sinnreiche, theils praktisch-zweckmäßige Erfindungen hervorgegangen sind.

Das amerikanische Signalwesen, nach altherkömmlichen, größtentheils noch in Kraft stehenden Formen und Normen, ist sehr verschieden von dem europäischen. Die durchgehenden optischen Signale beziehungsweise elektrischen Läutewerke sind dort unbekannt. In Folge dessen fehlt das eigentliche Bahnbewachungspersonale (Streckenposten, Barrièrewächter) auf freier Linie fast gänzlich und sind mit ihnen auch deren Buden beziehungsweise Wohnhäuser gespart. Bei Tage besorgen die mit der Bahnerhaltung beschäftigten Arbeiter eine gewisse Aufsicht. Auf denjenigen Bahnen, auf welchen Signalthürme an den von dem Führer nicht zu übersehenden Stellen der Bahn vorhanden sind, haben deren Wärter mit der Bewachung der Strecke nichts zu thun, denn diese Thürme sind dem Principe nach eine Art von Blockstationen, indem durch entsprechende Zeichengebung ein vorangehender Zug gegen den Anlauf eines nachfolgenden gesichert werden soll. Ständig bewacht sind nur die Weichen, welche an Bahnabzweigungen liegen, wogegen die zu Nebengeleisen für Ueberholungen und Kreuzungen führenden Weichen keine ständige Bewachung haben. Will der Führer in das Nebengeleise einfahren, so öffnet der Heizer die Weiche und ein Bremser — gewöhnlich der »Stockmann«, der aber hier »Signalmann« heißt — stellt sie wieder in die Richtung »Fahrt in die Gerade«. Die Zugleine, welche zur Glocke auf der Locomotive führt, wird vom Zugführer zur regelmäßigen Signalgebung benützt. Steht der Zug still, so gibt ein Schlag den Befehl zur Abfahrt, zwei Schläge fordern den Locomotivführer auf, dem Flaggenwärter zu pfeifen, drei Schläge bedeuten, den Zug nach rückwärts in Bewegung zu setzen. Während der Fahrt besagen zwei Schläge sofort, drei Schläge auf der nächsten Station zu halten. Es giebt nämlich zahlreiche Haltestellen, auf denen kein irgendwie Namen habender Functionär anwesend ist. Will ein Fahrgast an einem solchen Punkte aussteigen, so giebt der Zugführer das betreffende Haltsignal, während ein Reisender, der den Zug besteigen will, einfach das an der Haltestelle vorhandene Signal selber bedient und den Zug auf diese Weise zum Stehen bringt, worauf er das betreffende Signal wieder abstellt. Ein weiteres Signal während der Fahrt ist ein Glockenschlag; er bedeutet, daß eine Zugstrennung erfolgt ist.

Die früher erwähnten Signalthürme, welche auf einzelnen Bahnen aufgestellt sind, stehen nur an solchen Punkten, welche die Aussicht nicht behindern, sind also oft dicht hintereinander angebracht, häufig aber auch auf sehr große Entfernungen verlegt. Ueberdies besteht zwischen den einzelnen Signalposten keine elektrische Verbindung behufs Verständigung oder dergleichen. Ein solcher Signalthurm trägt auf einem nach Maßgabe des Erfordernisses höheren oder niedrigerem Untergestell ein dreiseitiges Prisma, dessen Flächen roth, blau und weiß angestrichen

beziehungsweise bei Nacht mit den gleichfarbigen Laternen versehen sind. Weiß bedeutet, daß ein Zug in Sicht und die Strecke frei ist, Roth ist das Haltsignal, Blau das Vorsichtssignal, d. h. wenn zwei Züge zu schnell aufeinander folgen: wird die Entfernung zwischen diesen Zügen allmählich zu kurz, so wird abwechselnd roth und blau signalisirt. Auch andere Combinationen sind noch üblich, z. B. weiß und blau, wenn die Strecke zwar frei, aber Vorsicht geboten ist.

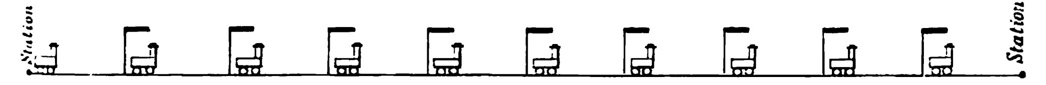
Diese Einrichtung ist also ein Blocksignalsystem, das erst weiter unten zur Besprechung kommt. Deshalb übergehen wir auch vorläufig die mancherlei eigenartigen Vorschriften, welche den Zweck haben, die fahrenden Züge auf der Strecke gegenseitig zu decken, insbesondere wo es sich um Ueberholungen oder Zugskreuzungen (letztere auf eingeleisigen Bahnen) handelt. Haltsignale auf der Strecke haben häufig eine für europäische Verhältnisse fremdartige Einrichtung, z. B. ein niedriger Signalmast, dessen herabhängender Arm (ein einfaches Brett) die Durchfahrt völlig sperrt, so daß er von der Locomotive zertrümmert wird, falls der Führer das Signal übersehen sollte. Durch das Geräusch der Zertrümmerung wird das Maschinenpersonale selbst bei größter Unachtsamkeit auf das übersehene Signal aufmerksam. Ein nicht minder originelles Signal ist das Folgende. Bei bedeckten Güterwagen nimmt der Bremser seinen Platz auf dem Laufbrette des Daches ein, wo er sich entweder stehend oder sitzend erhält. (Bei offenen Güterwagen nimmt er ohne weiteres auf der Ladung Platz, vgl. das Bild S. 384.) Steht nun der Bremser aufrecht, so reicht er in vielen Fällen bis an das Gebälk von über die Bahn führenden Brücken, würde also unfehlbar erschlagen werden, wenn nicht ein eigenartiges Signal ihn darauf aufmerksam machte, daß eine solche Brücke demnächst unterfahren wird. Dieses Signal besteht aus einem Galgen, deren horizontaler, in mehr als Mannshöhe über die Wagendächer angebrachter Arm eine große Zahl von herabhängenden Tauen trägt. Mit diesen letzteren kommt der aufrechtstehende Bremser in sehr fühlbarer Weise in Berührung und veranlassen ihn, sich schleunigst auf das Laufbrett flach niederzulegen. (Vgl. J. Brosius, »Erinnerungen an die Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Amerika«.

f) Die Zugdeckungs- oder Blocksignale.

Aus der Ausdehnung des Deckungssignalsystems (Distanzsignal, Avertirungssignal 2c.) von einzelnen Gefahrspunkten aus auf die ganze Bahnstrecke entwickelte sich der größte Fortschritt, den das Signalwesen aufzuweisen hat: die Einführung des Raumsystems an Stelle des Zeitsystems, d. h. die Trennung der Züge auf einer Bahn in ihrer Aufeinanderfolge nach Raumdistanzen, statt nach Zeitintervallen. Das Raumsystem hat seinen vollkommensten physischen Ausdruck im sogenannten Block- (Absperr-) system gefunden, von dem bereits bei Besprechung der Centralweichenstellwerke die Rede war.

Das Principielle dieser Einrichtung besteht darin, daß die ganze Bahn in permanent abgesperrte Strecken getheilt wird, und daß unbedingt kein Zug den

Anfang einer solchen Strecke überschreiten darf, ehe nicht vom Ende derselben her nach jenem Anfange hin durch ein einfaches Signal gemeldet ist, daß der vorangehende Zug das Ende passirt hat. Zwischen je zwei Zügen liegt also der Raum von Signalposten zu Signalposten, wodurch absolut verhindert wird (was beim Zeitsystem nicht zu erreichen ist), daß ein nachfahrender Zug an den vorausfahrenden anrennt. Es fällt aber noch ein anderer schwerwiegender Umstand in die Wagschale: die erhöhte Leistungsfähigkeit der Bahn, welche an der Hand der hier stehenden schematischen Darstellung erläutert werden soll. Nehmen wir an, die Entfernung zwischen den beiden Stationen dieser Darstellung betrüge 10 Kilometer. Nach dem Zeitintervalle könnten diese Strecke, bei angenommener Fahrgeschwindigkeit von 40 Kilometer per Stunde, höchstens von drei Zügen befahren werden, wenn man das Zeitintervall auf 5 Minuten festsetzt, oder von nur zwei Zügen, wenn die Folgezeit 10 Minuten beträgt. Theilt man aber die 10 Kilometer lange Strecke in ebensoviele Blockstrecken, so ist es klar, daß ohne Gefährdung des Verkehrs — ja mit absoluter Sicherung desselben — die ganze Strecke gleichzeitig von 10 Zügen in einer und derselben Richtung befahren werden kann.



Schematische Darstellung der Blocksectionen.

Da nun, wie wir gesehen haben, die Blockstationen von einander in einer gewissen Abhängigkeit stehen, so bedürfen deren Wärter eines Verständigungsmittels, auf Grund dessen jeder Wärter einerseits in Erfahrung bringt, ob er die Einfahrt in seine Blockstrecke freigeben darf, anderseits ob diese Blockstrecke von dem vorangegangenen Zug bereits verlassen worden ist. Diese Verständigung kann auf dreifachem Wege bewerkstelligt werden: auf optischem, akustischem oder elektrischem Wege. In ersterem Falle muß jeder Wärter einer Blockstrecke die ihm beiderseits benachbarten Signale genau sehen und sonach aus deren Stellung den jeweiligen Zustand der Bahn zu erkennen vermögen; im zweiten Falle tritt an Stelle des sichtbaren das hörbare Signal; im dritten Falle endlich erfolgt die Verständigung durch Hinzutritt einer elektrischen Leitung, welche entweder einen Sprechapparat, oder ein optisches beziehungsweise akustisches, oder auch ein optisch-akustisches Signal bethätigt.

Es ist indes zu bemerken, daß bei der systemmäßig durchgeführten Zugdeckung auf Raumintervalle mittelst Streckensignalen nach Maßgabe der Dichte des Verkehres und der gegenseitigen Entfernung der Stationen zweierlei Wege eingeschlagen werden können. Man kann nämlich als Zugdeckungsdistanz die ganze Strecke von Station zu Station (»Stationsdistanz«) feststellen, oder Deckungspunkte (Blocksectionen, Streckenblocks) auf der Strecke zwischen den Stationen einschalten. Die Zugdeckung auf Stationsdistanz ist sehr zweckdienlich und gestaltet

sich am einfachsten, wenn zur Verständigung, ob eine Strecke frei ist oder nicht, sich des elektrischen Telegraphen bedient wird. Functionirt aber der Telegraph nicht oder wird eine Correspondenz unmöglich, dann muß der Termin der Ablassung eines Folgezuges nach der Fahrzeit des vorangegangenen Zuges bemessen werden, wodurch an Stelle der Zugdeckung auf Raumdistanz jene auf Zeitintervalle provisorisch in Kraft tritt.

Die Anwendung des Stationsdistanzsystems ist aber nur dann als zweckmäßig zu betrachten, wenn die Stationen nahe aneinander liegen und der Verkehr nicht sehr dicht ist. Sowie einerseits die Zwischendistanzen größer werden, beziehungsweise die Zahl der verkehrenden Züge so groß ist, daß die zwischen zwei Zügen verfügbare Zeit kleiner wird als die Fahrzeit eines Zuges von Station zu Station, so müssen Signalposten eingeschaltet werden. Es ist dies das reine Blocksystem. In England wird das Stationsdistanzsystem selbst bei dichtem Verkehre, wenn auch in nicht sehr bequemer Weise, durch eine eigenartige Einrichtung aufrechterhalten. Zu diesem Ende wird jedem Zug außer dem gewöhnlichen Zugspersonale noch ein besonderer Functionär, der sogenannte »Pilotman«, beigestellt. Derselbe trägt auf dem Arme eine Binde, auf welcher das Wort »Pilotman« mit großen Buchstaben verzeichnet ist. Die Signalmänner dürfen unter keinem Umstande einem Zuge die Bahn freigeben, der nicht von dem Pilotman begleitet ist, oder zum Mindesten die Weisung zur Abfahrt ertheilt. Da nun in einer bestimmten Strecke immer nur ein Pilotman Dienst versieht und derselbe somit nicht alle Züge begleiten kann, ist noch ein sogenannter »Zugstab« (Train-Staff) vorhanden, ohne welchem kein Locomotivführer abfahren darf. Sollen mehrere Züge hintereinander nach einer Station abgehen, so hat der Pilotman den Führern dieser Züge den Zugsstab zu zeigen, muß aber dann mit dem letztabgehenden Zuge fahren und den Zugsstab dem Führer dieses Zuges einhändigen. Das Abfahren eines Locomotivführers ohne Zugsstab oder ohne denselben gesehen zu haben, wird strenge bestraft. Die Stäbe sind circa $1/2$ Meter lang und für jede Strecke anders geformt und gefärbt. An einem Ende des Stabes ist der Name der Strecke eingeschrieben. (Vgl. Frank, »Der Betrieb auf den englischen Bahnen«.)

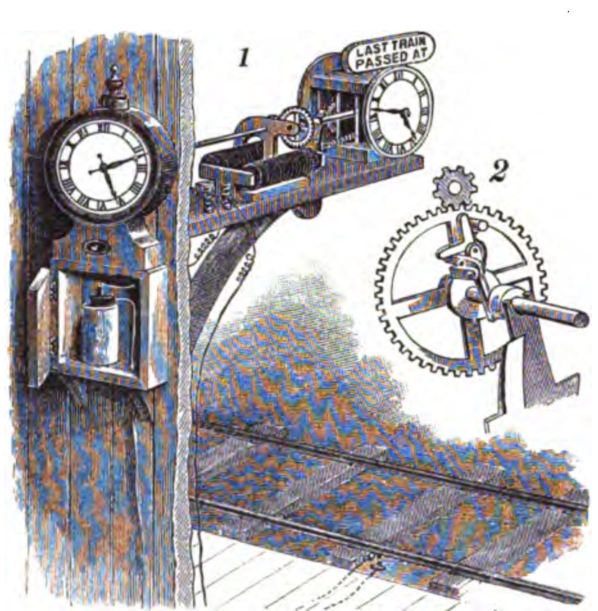
Nicht minder eigenartig sind die Hilfsmittel zur Zugsdeckung auf amerikanischen Bahnen, soweit nicht das reine Blocksystem sich Bahn gebrochen hat. Hier liegt die Sicherheit der Züge gegen Zusammenstoß und Auffrennen bei Kreuzen und Ueberholen auf freier Strecke, wie überhaupt während der ganzen Fahrt, lediglich in den Händen des Zugspersonales. Bei zweigeleisigen Bahnen kommen nur Ueberholungen, bei eingeleisigen Bahnen auch Kreuzungen in Betracht. Für das Ueberholen, Kreuzen und Folgen von Zügen und für die Signalisirung und sonstigen Vorsichtsmaßregeln bei Verspätungen auf den Stationen, oder für die Fälle, daß Züge auf der Strecke Fahrverluste haben oder liegen bleiben, gelten die Bestimmungen der Train Rules (Zugregeln), von welchen hier einige bekanntgegeben sind.

Die Züge sind in den Fahrplänen bezüglich ihres Ranges, d. h. Bevorzugung, classificirt. Die höchste Classe repräsentiren die Personenzüge, alsdann die Güterzüge, welchen die Extrazüge und leeren Maschinen im Range folgen. Ein Zug niederer Classe muß in allen Fällen einem Zuge höherer Classe ausweichen. Andere Fahrrechte beziehen sich auf die Richtung der Fahrt (nach der Weltgegend). In der Regel genügen für Ueberholungen und Kreuzungen die hierzu bestimmten Seitengeleise; bei Verspätungen jedoch, für Extrazüge und leere Maschinen stehen an vielen Stellen der Bahn Seiten- oder Mittelgeleise zur Verfügung. Im Uebrigen herrscht das System nach Zeitintervallen. So müssen ein Extrazug oder eine leere Locomotive einem Personenzug 20 Minuten, einem Güterzuge 10, ein Güterzug auf eingeleisiger Bahn einem begegnenden Personenzuge 10 Minuten vor der fahrplanmäßigen Ankunft das Hauptgeleise freigemacht haben; ein Güterzug muß dem folgenden, höher classificirten Güterzuge 5 Minuten, dem folgenden Personenzuge 10 Minuten vor der fahrplanmäßigen Ankunft ausgewichen sein u. s. w. Aehnliche Bestimmungen bestehen für zweigeleisige Bahnen, so daß eine große Zahl von Combinationen möglich ist, die gewiß nicht zur Sicherung des Betriebes beiträgt.

Bezeichnend für die Mangelhaftigkeit dieses Systems ist, daß eine Blockstation einen Zug nie zu dem Zwecke aufhält, um den vorhergehenden die vorliegende Blockstation erreichen zu lassen, sondern sie giebt einem Güterzuge durch das Haltesignal nur 5 Minuten Vorsprung vor einem folgenden und läßt diesen unter Grünsignal (Vorsicht) vorrücken. Folgt ein Personenzug, so wird er angehalten und der Führer verständigt, daß ein Güterzug sich auf der Blockstrecke befindet; der Zug darf dann unter Grünsignal vorsichtig weiterfahren. Befindet sich indes in der Blockstrecke ein Seitengeleise, so wird ein in derselben laufender Zug gar nicht gedeckt, weil vorausgesetzt wird, daß derselbe das zur Ausweichung benützte Seitengeleise rechtzeitig erreicht.

Eine wichtige Function fällt dem »Stockmann«, d. h. dem letzten Bremser eines Zuges zu, hier »Flaggenwärter« (Signalmann) genannt. Was er zu thun hat, besagt sein Name. Die Zugsignale bilden, angesichts der schlechten Bewachung der Strecke, überhaupt eine wichtige Rolle. Bei Nacht führt jeder Zug als Schlußsignal zwei rothe Laternen, die jedoch, wenn derselbe auf dem Nebengeleise steht und das Hauptgeleise frei ist, entfernt oder verhängt werden müssen, um den Führer des nachkommenden Zuges nicht zu beirren. Nähert sich ein Folgezug dem voranfahrenden Zuge in bedrohlicher Weise, so erfolgt bei Tag kein besonderes Signal, wogegen bei Nacht der Flaggenwärter in gewissen Zwischenpausen unauslöschliche Zünder (Fusee) zwischen die Schienen wirft. Dieselben brennen etwa 10 Minuten lang, und kein Folgezug darf eine auf diese Weise blockirte Stelle passiren, bevor der Zünder nicht verlöscht ist. Hält ein Zug auf der Strecke nicht fahrplanmäßig an, so wird unmittelbar vor der Weiterfahrt durch den Zugführer ein solcher Zünder in Brand gesetzt und hinter dem Zuge zwischen die Schienen gelegt.

Für Zugdeckungszwecke wird auch von den Knallsignalen reichlich Gebrauch gemacht, und zwar ausschließlich am Tage. Erfolgt ein unvorhergesehenes Anhalten auf der Strecke, so eilt der Flaggenwächter auf derselben zurück und legt zunächst in einer Entfernung von etwa 500 Meter eine Knallkapsel, auf 1000 Meter aber zwei Kapseln, letztere etwa einen Meter von einander entfernt. Trifft nun der Folgezug ein, so wird er durch die Detonation der beiden entfernteren Kapseln zur Vorsicht ermahnt, während die Detonation der einen Kapsel als »Halt«-Signal zu gelten hat. Setzt sich jedoch der stehengebliebene Zug wieder in Bewegung ehe noch der Folgezug in gefahrdrohende Nähe nachgerückt ist, so läßt der Flaggenwärter — der durch die Locomotivpfeife von der zu erfolgenden Weiterfahrt verständigt wird — die beiden Knallkapseln in der größeren Entfernung liegen, nimmt jedoch die eine Kapsel an der »Halt«-Stelle an sich. Der Führer des Folgezuges wird also durch die Doppeldetonation zur Vorsicht gemahnt, erkennt aber an dem Ausbleiben der einen Detonation, daß der Vorzug den sichernden Vorsprung gewonnen hat.



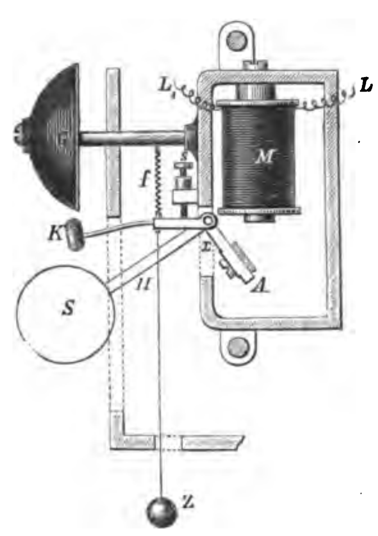
Registrirvorrichtung der Abfahrtszeit der Züge.

In neuerer Zeit sind indes derlei primitive Zugdeckungssignale mehrfach durch moderne, sicher wirkende Constructionen ersetzt worden. Eine derselben ist die Registrirvorrichtung der Abfahrtszeit der Züge der Ingenieure Duckover und Scott. Dieselben sind hierbei von dem richtigen Gedanken ausgegangen, daß es vor allem Andern wichtig erscheint, dem Führer eines Zuges in jeder Haltestelle in unzweifelhafter Weise jenen Zeitpunkt bekanntzugeben, zu welchem der ihm vorausgehende Zug diese Stelle passirt hat. Dies ist nun eigentlich die Aufgabe des Stationsbeamten, der die Züge zu expediren hat. Aber es giebt auf amerikanischen Bahnen — wie bereits hervorgehoben wurde — Haltestellen ohne Beamte; überdies kann sich ein Beamter irren.

Der fragliche Apparat wird an der äußeren Wand des Stationsgebäudes auf einer Console angebracht. Er besteht der Hauptsache nach aus einer doppelseitigen Uhr, über deren Zifferblättern eine Tafel mit den Worten angebracht ist: Last train passet at... (der letzte Zug passirte um...). Das Räderwerk dieser Uhr

steht durch Wellen, Räder, Zapfen und Hebel mit jenem einer gewöhnlichen Uhr im Amtslocale in entsprechender Verbindung; doch werden durch geeignet angebrachte Mechanismen, deren Beschreibung hier zu weit führen würde, die Zeiger derselben verhindert, sich zu drehen. Der nach dem Mechanismus entsendete elektrische Strom bethätigt den als Anker dienenden Hebel, wodurch die Hemmung des Uhrwerkes ausgelöst und der Minutenzeiger freigegeben wird. Dieser dreht sich, den Stundenzeiger mitnehmend, rasch über das Zifferblatt, bis die Zeiger die gleiche Stellung einnehmen wie die Bureauuhr, d. h. die gleiche Stunde zeigen wie diese. Die umstehende Abbildung zeigt auch die elektrische Batterie, welche als Elektricitätsquelle dient.

Es ist zu bemerken, daß die Stromleitung von ihr nicht direct, sondern über eine Contactvorrichtung, die sich in der Nähe der Uhr neben dem einen Schienenstrange befindet, zum Elektromagnet führt. Werden die beiden kleinen Spitzen, aus welchen die Contactvorrichtung besteht, zur Berührung gebracht, so ist der Strom geschlossen und der Magnet vermag die Hemmung des Minutenzeigers auszulösen. Die Locomotive drückt nun, die Stelle der Contactvorrichtung überfahrend, einen Hebel nieder, welcher die Spitzen zur Berührung bringt, und im selben Augenblicke rücken die Zeiger der Uhr vorwärts und bezeichnen den genauen Zeitpunkt, zu welchem der Zug passirte.

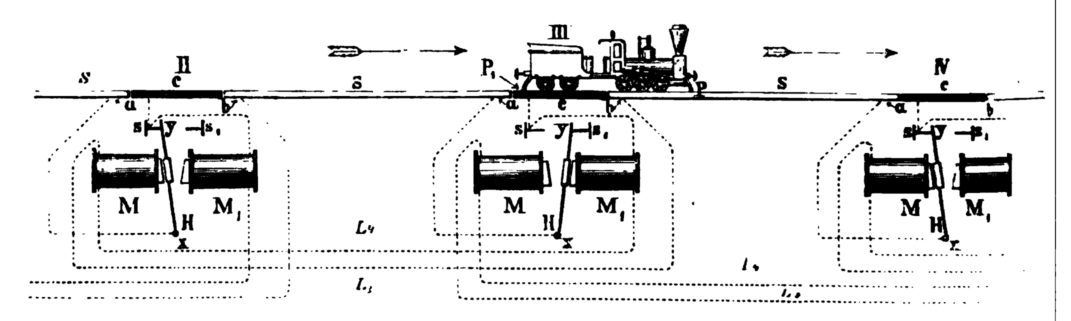


Putman's Zugdeckungssignal.

Diese Erfindung ist neuesten Datums. Es muß indes constatirt werden, daß in Amerika ein wirkliches Zugdeckungssignal (also nicht blos ein einfacher Registrirapparat), das von Putman, schon viel früher dortselbst in Anwendung gekommen ist. Das den Signalapparat enthaltende Kästchen ist auf der Locomotive untergebracht. Es enthält (in nebenstehender Figur) den Elektromagnet M mit seinem Anker A, welcher ebenso wie der die Signalscheibe S tragende Arm H und der Klöppel K der Glocke G um x drehbar befestigt ist. Diese drei Theile bewegen sich immer gemeinschaftlich. An dem Klöppel sind ferner noch die Abreißfeder f und die die Kugel Z tragende Schnur befestigt; s bildet den regulirbaren Anschlagstift des Hebelsystems. Fließt durch L L_1 und somit auch durch die Drahtwindungen das Elektromagnetes ein Strom, so hält dieser den Anker A fest, sobald er durch Anziehen an der Schnur dem Magnete genähert wird. Dies ist die Ruhestellung des Apparates und bedeutet, daß die Bahn frei ist; hierbei bleibt die Signalscheibe innerhalb des Kästchens, ist also unsichtbar. Sind jedoch die Drahtwindungen des Elektromagnetes stromfrei, so fällt der Anker ab und das

Hebelsystem nimmt die in der Figur dargestellte Lage ein; die Signalscheibe tritt aus dem Kästchen heraus und die Glocke ertönt. In Folge der Erschütterungen der Locomotive wiederholen sich die Glockenschläge, weil die Feder f den Klöppel aufwärts, die Kugel Z denselben abwärts zieht. Dem Führer wird dadurch das »Halt«-Signal gegeben.

Die Wirkungsweise des Signales erhellt aus der Betrachtung der untenstehenden schematischen Darstellung. An der Locomotive ist (ähnlich wie bei der Lartigue'schen Dampfpfeife) eine Metallbürste (P) und die Leitung zum Pole einer kleinen elektrischen Maschine geführt, welche durch die Locomotive betrieben wird; am Tender befindet sich eine zweite Bürste (P_1), oder es werden einfach die Metalltheile desselben benützt. In den einzelnen Sectionen der Bahn (drei bis vier pro Kilometer) befinden sich isolirte Theile der Schienenstränge (c) von beiläufig Zugslänge, während die übrigen Schienen nicht isolirt sind. An jeder Theilungsstrecke



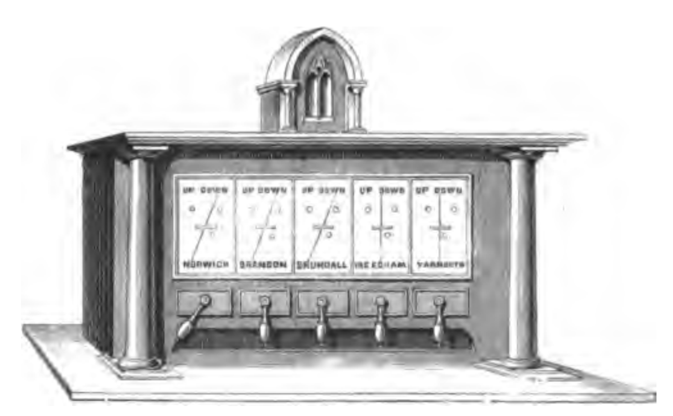
Anordnung des Putnan'schen Zugdeckungssignals.

befindet sich ein Hilfsapparat, bestehend aus den Elektromagneten M und M_1, den um x drehbaren Ankerhebel H, der Contactfeder s und der Anschlagspitze s_1.

Fährt nun ein Zug aus der Section I in die Section II, so schleift die Metallbürste der Locomotive über das isolirte Geleisstück, während die Bürste am Tender über die nichtisolirte Schiene gleitet; es entsteht hierbei ein Stromkreis von P aus über die Schiene S zwischen II und III, dem Hilfsapparate der Section I, dem Elektromagnet M_1 der Section II, s, c und P_1. Der Magnet M_1 zieht den Anker an und legt dadurch den Hebel x y auf den isolirten Stift s_1. Gelangt hierauf der Zug zum Uebertritte aus der Section III nach IV, so wird von III aus nachfolgender Stromschluß hergestellt: Bürste P, b, Leitung L_3, Elektromagnet M der Section II, Leitung L_1, Elektromagnet der Section III, s, a und P_1; der Magnet M der Section II zieht daher den Anker an und legt den Hebel x y auf den Contactstift s; der Elektromagnet M_1 der Section III legt den Hebel x y auf den isolirten Stift s_1. Der Zug tritt dann ganz auf S zwischen III und IV über und giebt hierdurch seinem Signalapparate stets kurzen Schluß über P_1, s und P. Tritt nun aber ein zweiter Zug aus der

Section III nach IV über, während der Vorzug sich noch zwischen III und IV befindet, so wird der Stromschluß im Signalapparat des zweiten Zuges in dem Moment unterbrochen, als dessen Bürste P auf c in III gelangt; seine Bürste P_1 berührt a (bei III), von wo aus die Leitung über x y nur bis zum isolirten Stift s_1 führt. Der Signalapparat des Folgezuges kommt also in der früher erläuterten Weise zur Wirksamkeit und giebt das »Halt«-Signal. Der Stromkreis des Signales auf dem Folgezuge wird erst dann wieder hergestellt, wenn der Vorzug die isolirte Stelle IV passirt hat, weil dadurch ein Strom durch die Leitungen L_3 L_4 (zwischen III und IV) zu dem Magnete M von III gesandt wird.

Obwohl diese Anordnung nicht weniger als vier Leitungen (zwei für jeden Strang) erfordert, ist sie gleichwohl nicht sonderlich complicirt, wodurch sie allgemeine Beachtung und mehrfache Anwendung gefunden hat. Im Uebrigen gehört dieses System, wie alle ähnlichen, bei welchen sich der Signalapparat auf dem Zuge befindet, zu den älteren Zugdeckungssignalen, von welchen man allmählich wieder abgekommen ist, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil es seine Schwierigkeiten hat, einen verhältnißmäßig subtil construirten Apparat auf der Locomotive zu installiren und die Elektricitätsquelle auf diese zu verlegen. In Berücksichtigung dessen haben jene Zugdeckungssignale, welche gleich den anderen Signalen vom Streckenpersonale bedient werden und dem Fahrpersonale auf optischem oder akustischem Wege zur Wahrnehmung gelangen, sich viel rascher Eingang verschafft und eine weitgehende Ausgestaltung erfahren.



Fothergill's automatisches Blocksignal.

Kein Wunder also, daß in dieser Richtung in allen Ländern viel experimentirt und hierbei mancher praktische Erfolg erzielt wurde. Eine der ältesten, bereits Mitte der Vierzigerjahre getroffene Anordnung ist die W. Fothergill-Cooke'sche auf der Great Eastern-Bahn zwischen den Stationen Norwich und Warmouth. Die Verständigung erfolgte mittelst einfacher Correspondenztelegraphen und hatte der Empfangsapparat die in vorstehender Abbildung veranschaulichte Einrichtung. Die senkrecht stehende Nadel bedeutet »Bahn frei«, die abgelenkte Nadel »Zug auf der Strecke« (Train on line), wobei die Ablenkung nach rechts oder links zugleich die Zugsrichtung anzeigte. War der Streckenposten in dieser Weise verständigt, so stellte dieser einen dauernden Stromschluß her, den er erst wieder aufheben durfte,

wenn der Zug seinen Posten passirt hatte. In ähnlicher Weise wurden früher Morse-Schreibtelegraphen als Verständigungsmittel von Posten zu Posten verwendet (ganz so wie bei dem Stations-Distanzsystem). Das mit der Signalisirungsmanipulation in Verbindung gestandene optische Signal durfte erst dann auf »Frei« gestellt werden, wenn die Erlaubnißdepesche eingetroffen beziehungsweise quittirt war.

In neuerer Zeit hat ein ähnliches System auf amerikanischen Bahnen platzgegriffen, wodurch der auf Seite 557 berührte, etwas primitive Zugdeckungsdienst wesentlich verbessert wurde. An Stelle der geschilderten dreiflächigen Signalthürme tritt ein größeres Bauwerk mit achteckigem Obergeschoß mit Fenstern an der Bahnseite. In diesem Raume befindet sich ein Manipulationstisch mit Telegraphenapparat (dem in Amerika üblichen Morseklopfer), und der Signalmann bedient zugleich das auf Traversen außerhalb der Cabine angebrachte Blocksignal mittelst Zugschnüren.

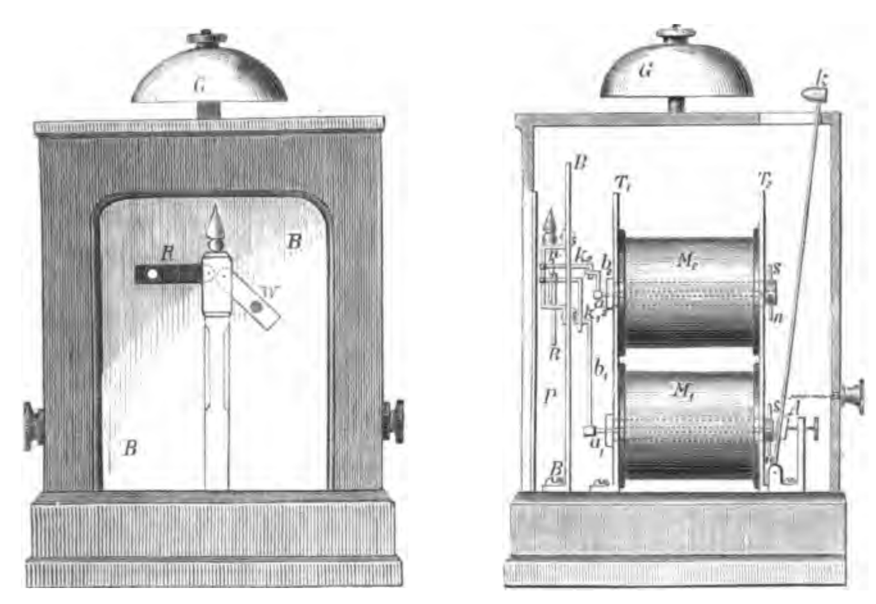
Die Blocksignalisirung mit gleichzeitiger Verwendung von Correspondenzapparaten zeigt noch eine gewisse Schwerfälligkeit und ist auch insoferne mit Zeitverlust verbunden, als die Abgabe und der Empfang von telegraphischen Zeichen einen solchen naturgemäß bedingen. Auch ist nicht mit Unrecht hervorgehoben worden, daß den Sprechtelegraphen die mit ihrer Bedienung betrauten Functionäre auch anderweitig, und nicht zum mindesten für Privatangelegenheiten ausnützen, wodurch die betreffenden Organe in ihren Dienstesobliegenheiten beeinträchtigt werden, was auch dann der Fall wäre, wenn die bequeme Handhabung solcher Sprecheinrichtungen zu einer lebhafteren Correspondenz in Dienstesangelegenheiten Veranlassung geben sollte. Trotzdem ist **ein** Vortheil der Blocksignale in Form von Schreibtelegraphen nicht zu verkennen, **der** nämlich, daß die gegebenen Signale in dauernden Zeichen gegeben werden, also auch hinterher controlirbar sind, was bei optischen und akustischen Signalen selbstverständlich nicht der Fall ist. Es ist daher von Interesse, wahrzunehmen, daß die Abneigung vor den Telegraphen für Blocksignale von englischen Bahnen ausgeht, die sich bekanntlich der Zeigertelegraphen bedienen, die nur Sprechtelegraphen und keine Schreibtelegraphen sind.

Damit betreten wir unser eigentliches Gebiet, die **elektrischen Zugdeckungseinrichtungen**, d. h. solche Blockstationen, welche mit Signalapparaten ausgestattet sind, zu deren Bedienung besondere Blockwärter aufgestellt werden. Hierbei sind zwei Anordnungen möglich: die eine, bei welcher die elektrische Zeichengebung und das Bahnzustandssignal getrennt sind, und die andere, bei welcher beide in mechanische Verbindung gebracht sind. Das letztere ist jedenfalls das vollkommenste Blocksignal.

Das Strecken-Blocksignal ist englischen Ursprungs, wo es unmittelbar aus den Erfordernissen eines Verkehrs von außergewöhnlicher Dichte hervorgegangen ist und vornehmlich dadurch einen Anstoß erhielt, daß dortselbst durchgehende Liniensignale mit Läutewerken, wie wir sie in einem vorangegangenen Capitel

kennen gelernt haben, nicht üblich sind. So hatte Walker schon 1852 die Blocksignalisirung mittelst Glocken versucht und damit auch praktische Erfolge erzielt, doch erwies sich der Zeitverlust, den die mittelst Weckern bewirkten Anfragen und Quittirungen verursachten, so bedeutend, daß dieses System bei dichtem Verkehr nicht aufrecht zu erhalten war. Daraufhin versah Walker einen neuen von ihm construirten Apparat zuerst mit Zeigernadeln, an deren Stelle er späterhin einen kleinen Semaphor setzte.

Die Anordnung dieses Apparates erhellt aus der beigefügten Abbildung. Jeder Blockposten ist für jede Zugsrichtung mit einem Signal ausgestattet, welches

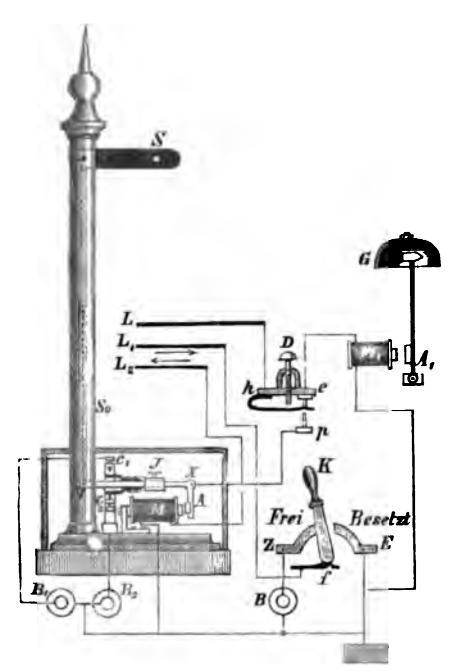


Walker's Blockapparat.

in Form eines Blechkastens eine Weckerglocke trägt, mit deren Triebwerk ein kleines optisches Signal, und zwar in Form eines Flügeltelegraphen in Verbindung gebracht ist. Die beiden beweglichen Arme des letzteren (R und W), von welchen der eine roth mit weißem Fleck, der zweite weiß mit rothem Fleck ist, sind an der Vorderseite des mit einer Fensterscheibe geschlossenen Kastens derart angebracht, daß sie sich möglichst deutlich vom Hintergrunde abheben. Der linke (rothe) Arm kann nur von der Nachbarstation bethätigt werden und giebt dessen wagrechte Stellung das »Halt«-Signal, dessen Neigung nach abwärts das Signal »Bahn frei«. Der zweite (weiße) Arm bewegt sich in gleicher Weise wie der rothe, wodurch die eigene Zeichengebung gewissermaßen controlirt wird. Für den Zug dient das gewöhnliche Mastsignal und wird dasselbe von dem Blockwächter gestellt. Es müssen also ordnungsgemäß die Arme beider Apparate gleiche Armstellungen einnehmen.

Wir lassen hier noch eine kurze Erklärung der zweiten Figur, welche den Mechanismus des Signalkastens zeigt, folgen. Von den beiden übereinander angebrachten Elektromagneten bethätigt der untere (M_1) den rothen, der obere (M_2) den weißen Flügelarm und zieht letzterer gleichzeitig den Anker (A), an welchem der Glockenklöppel (k) befestigt ist, an. Es erfolgt also das optische und akustische Signal zu gleicher Zeit. Die Stellung der beiden Arme wird durch einen drehbaren Anker des respectiven Elektromagnetes bewirkt. Auf die näheren Details dieser Vorrichtung einzugehen, erscheint überflüssig.

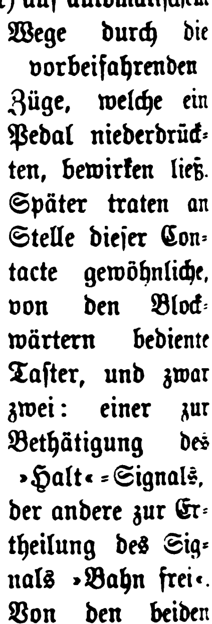
Das Tyre'sche Blocksignal unterschied sich im Principe nur insoferne von dem Walker'schen, als Tyre die optische Signalisirung (Zeiger) auf automatischem Wege durch die vorbeifahrenden Züge, welche ein Pedal niederdrückten, bewirken ließ. Später traten an Stelle dieser Contacte gewöhnliche, von den Blockwärtern bediente Taster, und zwar zwei: einer zur Bethätigung des »Halt«-Signals, der andere zur Ertheilung des Signals »Bahn frei«. Von den beiden Zeigern war der eine schwarz, der andere roth und diente der erstere zur Zeichengebung, der letztere zur Controle. Von dem Walker'schen Apparate zeigte der Tyre'sche die principielle Abweichung, daß bei letzterem das akustische Signal nicht mit einer besonderen Leitung betrieben wurde, sondern gemeinsam mit dem optischen durch eine Leitung. Hieraus ergab sich aber das mißliche, daß immer nur jener Taster in Benützung kommen durfte, welcher der Stromrichtung, die der eigene schwarze Zeiger und der rothe der Nachbarstation hatte, entsprach. Trotzdem waren Irrungen nicht ausgeschlossen und denselben konnte auch dann nicht wirkungsvoll genug vorgebeugt werden, als der Umstellungstaster durch eine Klappe maskirt wurde.



H. Preece's Blockapparat.



Tyre's Blockapparat.



Daraufhin schaltete Tyre einen eigenen Taster für das optische Signal ein, womit sein Apparat die vorstehend dargestellte Gesammtanordnung erhielt. Hier

ist T der vorstehend erwähnte Taster zur Bethätigung des Weckers; zur Ertheilung des Signales »Bahn frei« dient der Taster F, zur Bethätigung des »Halt«-Signales der Taster H, und werden in beiden Fällen der eigene Arm (R) und der der Nachbarstation (S) demgemäß bewegt, d. h. in ersterem Falle schief nach abwärts, im zweiten Falle horizontal. Der Arm der Nachbarstation wird nur durch fremde Ströme bewegt und damit zugleich die Glocke angeschlagen. Der Mechanismus wurde ursprünglich durch einen Indicator, später durch Elektromagnete betrieben. Einen nicht unwesentlichen Fortschritt bedeutete das anfangs der Sechzigerjahre auf den Linien der South Western-Bahn eingeführte, von H. Preece erfundene Blocksignal. Principiell wichtig ist bei dieser Anordnung — welche drei Leitungsdrähte erfordert — daß das akustische Signal mit einem besonderen Controlapparate verbunden ist, der nicht durch den abgehenden Signalstrom, sondern von der Nachbarstation bethätigt wird. Jede Blockstation hat für jede der beiden anstoßenden Sectionen einen kleinen Semaphor (siehe die Abbildung Seite 568), dessen Arm (S) die »Frei«- oder »Halt«-Stellung einnimmt. Mit dem Semaphor in Verbindung steht die Signalglocke (G), welche eine verstellbare Scheibe (in der Abbildung ist sie entfallen) trägt, auf der zur Controle die Bezeichnungen »On« (hin) oder »Off« (her) stehen. Ein Stellhebel (K) bethätigt auf elektrischem Wege das Semaphorsignal, ein Taster (D) das akustische Signal. Mittelst des auf der Achse x sich drehenden Ankerhebels des Elektromagneten M wird der Signalarm durch Uebertragung der Wirkung auf die Zugstange, welche bei y an den Ankerhebel befestigt ist, in der horizontalen Lage erhalten, und zwar durch das Gewicht J. Diese Lage (das »Halt«-Signal) bedingt, daß mittelst einer an dem Ankerhebel angebrachten Feder der Contact bei c_2 erfolgt. Kommt Strom in die Linie, so erfolgt die Anziehung des Hebelarmes an den Elektromagnet, der horizontale Theil des Hebels kommt mit dem Contact bei c_1 in Schluß und hebt gleichzeitig die Zugstange y nach aufwärts, in Folge dessen sich der Signalarm senkt, das heißt auf »Bahn frei« stellt.

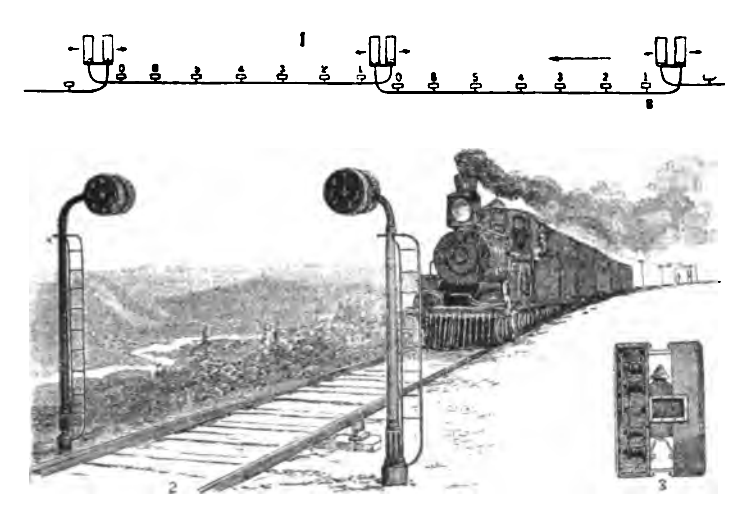
Das Klingelwerk ist derart eingerichtet, daß durch Bethätigung des Elektromagneten M ein an dem Stiel des Glockenklöppels angebrachter Anker (A_1) angezogen, d. h. die Glockenschläge bewirkt werden. Außerdem besorgt ein in der Figur nicht ersichtlicher beweglicher Anker die Verschiebung von zwei Täfelchen, welche die Aufschriften »On« (hin) und »Off« (her) tragen und derart unter Verschluß stehen, daß immer nur eines der beiden Täfelchen an einem Fensterausschnitte sichtbar wird. Zur Bethätigung des Gesammtapparates dient der Hebel K, der entweder — wie die Darstellung zeigt — auf »Linie frei« oder »Linie besetzt« gestellt werden kann, wodurch mittelst der Backenstücke Z und E, an welche sich der bei f die leitende Verbindung herstellende Hebel anlegt, in der einen oder anderen Weise Stromschluß erfolgt. Das Leitungsschema ist aus der Zeichnung unschwer zu ersehen. (Das verbesserte Preece'sche System hat übrigens nur eine Drahtleitung.)

Es würde zu weit führen, die verschiedenen Systeme von Streckenblocksignalen, welche theils in versuchsweise Benützung genommen wurden, theils sich definitiv einbürgerten, an dieser Stelle zu analysiren. Sowohl den vorstehend besprochenen Einrichtungen als den mancherlei Systemen, die sich in England, Frankreich, Belgien u. s. w. Eingang verschafft haben (George Kist Winter, J. Regnault, Marqfoy, Spagnoletti, Highton ꝛc.), kommt der Uebelstand zu, daß Blockapparat und Bahnzustandssignal von einander getrennt sind, und daß das letztere unmittelbar von dem Blockwächter bedient wird. Es ist also gar keine Garantie geboten, daß selbst für den Fall, daß das akustisch-optische Blocksignal functionirt, tadellos auch das Bahnzustandssignal, welches für das Fahrpersonale allein maßgebend ist, in Ordnung, d. h. mit dem elektrisch betriebenen Blocksignal in Uebereinstimmung sich befinde. Das ist aber der Kernpunkt der Frage; denn es leuchtet auch dem Laien ein, daß eine Vorrichtung, welche als Verständigungsmittel dient, tadellos arbeiten kann, daß aber der auf diese Weise Verständigte, welcher daraufhin das eigentliche Streckensignal erst zu stellen hat, Mißgriffe begehen kann, wodurch die Blockeinrichtung völlig illusorisch wird; der Nachbarposten kann nur das Blocksignal controliren, nicht aber das Bahnzustandssignal. Es mag sich also auf der Correspondenzlinie alles ordnungsmäßig abwickeln, während das Bahnzustandssignal von seinem Wärter in falsche Stellung gebracht beziehungsweise belassen werden kann.

In Berücksichtigung dieser den Bahnbetrieb gefährdenden Möglichkeit hat das Princip Geltung erhalten, daß eine Streckenblockeinrichtung nur dann als in ihrer Weise vollkommen angesehen werden könne, wenn Blocksignal und Bahnzustandssignal in mechanischen Zusammenhang gebracht würden, daß also mit der Bethätigung des einen die des andern zwingend erfolgen muß; mit anderen Worten: es genügt nicht, daß der Blockwärter vom Nachbarposten her die Verständigung bekommt, keinen Zug nachfolgen zu lassen, sondern es soll ersteren absolut unmöglich gemacht werden, die Strecke freizugeben, so lange der Nachbarposten dies nicht gestattet. Diesem Principe gemäß wird also die Bedienung des Bahnzustandssignals — getrennt vom Blocksignal — der Hand des Blockwärters entzogen. Dieses Princip hat seine Verwirklichung in jenen Streckenblockvorrichtungen gefunden, bei welchen die beiden Signale miteinander gekuppelt, d. h. in mechanische Abhängigkeit von einander gebracht wurden.

Am einfachsten und zweckmäßigsten wäre dieses Ziel nur durch automatische Blocksignale zu erreichen, also solche, welche durch Menschenhand überhaupt nicht bedient werden, Irrthümer sonach absolut ausgeschlossen wären. Aber abgesehen davon, daß in verkehrsdichten Gebieten Streckenwärter nicht zu entbehren sind und ihr Vorhandensein naturgemäß den ganzen Bahnbewachungsdienst ihnen zufallen macht, ist es bisher nicht gelungen, ein tadellos und sicher functionirendes automatisches Blocksystem aufzustellen. Principiell können dieselben nichts anderes als Contactvorrichtungen sein, indem der verkehrende Zug auf automatischem Wege das Signal bethätigt. Mit wenigen Ausnahmen (vgl. Seite 526) sind es immer

Schienencontacte, welche diesen Dienst leisten; bei anderen Systemen handelt es sich um direct vom Zuge auszuübende elektrische oder magnetische Wirkungen (vgl. Lartigues, Dampfpfeife; Putman's Zugdeckungssignale u. s. w.). Neben dem Schienencontact (L. Mons, Siemens & Halske) hat man auch eine Vorrichtung empfohlen, bei der ein in das Geleise gelegtes Pedal den Contact vermittelt (L. v. Overstraeten, Ducousso 2c.). Aber alle diese Bemühungen haben zu ersprießlichen Resultaten nicht geführt, weil die Herstellung einer exacten Verbindung zwischen Zug und Signalmittel zu den noch ungelösten Problemen der Betriebstechnik gehört. Allgemein gilt in Fachkreisen die Anschauung, daß Schienencontacte den der Abnützung sehr ausgesetzten Pedalen vorzuziehen seien. Ferner ist zu erwägen, daß die bei allen bekannten automatischen Systemen angewendeten feuchten



R. Peter's automatisches Blocksignalsystem.

Batterien der fortgesetzten Pflege entweder entbehren oder zu ihrer Instandhaltung außergewöhnlichen Aufwand erfordern.

Schließlich können vom elektrischen Strome direct betriebene Zeichenapparate nur von geringem Umfange sein, wodurch die von ihnen gegebenen Signale vom Fahrpersonale leicht übersehen werden möchten. Große Apparate aber bedürfen eines Triebwerkes, das der Natur der Sache nach der Beaufsichtigung und Bedienung nicht entrathen kann.

Am meisten gepflegt wird das automatische Blocksignal auf den amerikanischen Bahnen, auf denen eine systematische Streckenbewachung nicht besteht und das Sparen mit Menschenkräften auf Systeme dieser Art überhaupt zwingend hinführt. Aus diesem Streben sind auch mancherlei andere Signalvorrichtungen gleicher Tendenz hervorgegangen, wie Guiley's Avertirungssignal (S. 532), Duckover's und Scott's Registrirvorrichtung der Abfahrtszeit der Züge u. s. w. Neuerdings

hat R. Peter ein automatisches Blocksignal construirt, das aber noch nicht in die Praxis übertragen worden zu sein scheint. Dasselbe ist vorstehend abgebildet.

Die Figur 1 zeigt die schematische Ansicht von zwei anstoßenden Blocksectionen, Fig. 2 giebt die perspectivische Ansicht der Bahnstrecke, Fig. 3 endlich zeigt den Signalapparat, zur Hälfte im Mittelschnitt, zur Hälfte in der Seitenansicht. Da die Signalvorrichtung für eingeleisige Bahnen bestimmt ist, zeigt sie nicht nur an, ob sich ein Zug in der Blockstation in der Fahrtrichtung befindet, sondern signalisirt auch den Gegenzug. Die Signalscheiben (Gehäuse) sind paarweise mit ihrer Rückseite einander zugekehrt zusammengestellt und befindet sich dazwischen eine Lampe. Der hohle Ständer ist in Verbindung mit einer zum Gehäuse führenden Röhre, durch welche die Leitungen von den neben dem Geleise angebrachten Contacten zu den Inductionsspulen in den Gehäusen führen. Die an letzteren angebrachten Scheiben haben im Kreise gestellte Ziffern, hinter deren jeder sich ein Magnet befindet. Die Contacte bestehen aus Metallplatten mit aufwärts anstehenden Federn und stehen außerhalb des Geleises so nahe den Schienen, daß sie von der Contactbürste der Locomotive bestrichen werden können.

Die Scheiben der Signalapparate, welche in Entfernungen von einer englischen Meile stehen, weisen so viele Ziffern (Marken) von 1 fortlaufend auf, als Blocksignale sich in der betreffenden Strecke (von Station zu Station) vorfinden. Je zwei Signalapparate stehen sich zu beiden Seiten des Geleises gegenüber, der linksseitige für die Fahrtrichtung, der andere für die Gegenfahrt. Ein Erdleitungsdraht steht mit je einem Pole aller hinter den Ziffern angebrachten Magnete im Verband und geht durch die Röhre und den hohlen Signalständer in den Boden. Durch denselben wird der Stromkreis geschlossen und der hierbei in den Magneten hervorgerufene verstärkte Magnetismus veranlaßt ein Anziehen beziehungsweise Fortschreiten des Zeigers auf dem Zifferblatte bis zur correspondirenden Marke. Ein Leitungsdraht läuft von dem am Anfang der Blockstrecke sich befindenden Contacte zu dem Magnet, der mit der Ziffer 1 auf der Signalscheibe correspondirt, und zwar auf jener Scheibenseite, woher der Zug kommt; ein zweiter Leitungsdraht läuft von demselben Contact zur Signalscheibe auf der entgegengesetzten Scheibenseite, d. i. auf der Signalscheibe, die dem laufenden Zuge abgekehrt ist.

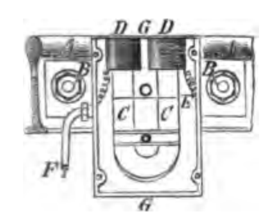
Nach dem Durchlauf der ersten Meile (Section) wird die Ziffer 2 in ähnlicher Weise markirt u. s. w. Die Elektricitätsquelle für die Contactbürste an der Locomotive befindet sich auf dieser und ist entweder eine an passender Stelle installirte Dynamo- oder eine galvanische Batterie. Für Doppelgeleise, Seitengeleise, Kreuzungsgeleise u. s. w. ist der Blockapparat entsprechend modificirt.

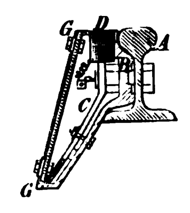
Auf der französischen Nordbahn und der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn ist eine von Duconsso herrührende Contactvorrichtung erprobt worden, welche die umstehend abgebildete Anordnung zeigt.

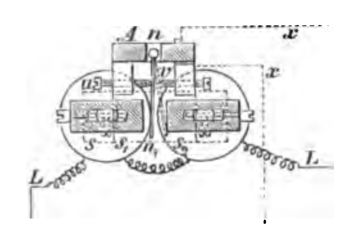
Neben dem Geleise (A) befindet sich eine mit Paraffin ausgegossene, an der Schiene befestigte Büchse, in welche der Magnet (D) eingelagert ist. Der Empfänger

(die dritte Figur) ist derart construirt, daß auf dem Nordpole eines rechtwinkelig gebogenen Magnetes eine eiserne Zunge ($n\ n_1$) drehbar befestigt ist, so daß das untere Ende frei zwischen den südpolaren Enden der aus weichem Eisen hergestellten, auf dem Südpole des Magnetes befestigten Krone hängt. Auf den Kronen stecken die in die Leitung (L) eingeschalteten Drahtspulen. Fährt der Zug über die Contactvorrichtung, so gelangt in die Linie Strom, der den Magnetismus bei s_1 schwächt, bei s_2 aber verstärkt, so daß sich die Zunge, welche für gewöhnlich an der Schraube u liegt, an v anlegt und dadurch den Stromkreis x einer Localbatterie schließt. Die Zurückstellung der Zunge erfolgt durch den Wärter mittelst eines aus dem Apparatengehäuse herausragenden Knopfes.

Das von L. von Overstraeten herrührende Blocksignal mit Contactvorrichtung besteht aus dem optischen Signal in Form eines größeren, auf der Bahnseite weiß gestrichenen Kastens, in welche zwei kreisförmige Fenster ausgeschnitten sind. Bei der »Frei«-Stellung ist die ganze Fläche weiß, bei der »Halt«-Stellung hingegen erscheinen in den Kreisausschnitten die rothen Scheiben. Die Contact-







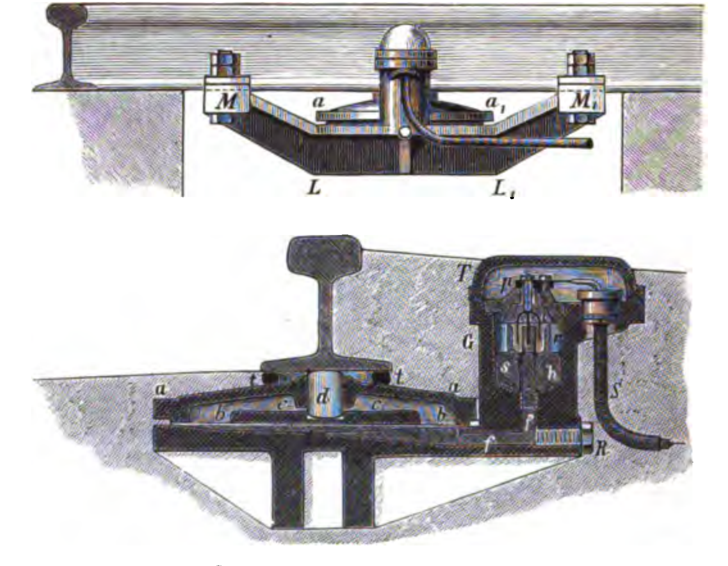
Ducousso's automatisches Blocksystem.

vorrichtung als eigentlicher Blockirapparat besteht aus einem zwischen den Schienen angebrachten Pedal, mittelst welchem das optische Signal, wenn der Zug über jenes fährt, in die »Halt«-Stellung gebracht wird. Das Pedal steht in Verbindung mit dem gleichfalls in einem Gehäuse untergebrachten, entweder an der Säule des optischen Signales oder in der Wärterbude placirten Apparates — einer für jede Fahrtrichtung — bestehend aus einer Batterie, einem Kurbelumschalter, Klingeln und Controlscheiben. Zwei Leitungen verbinden diese Apparate derart untereinander, daß der Blockwärter mittelst der Kurbel das Signal auf »Halt« stellen, die Deblockirung aber nur in dem Falle vornehmen kann, wenn in der Blockstrecke kein Zug rollt, da am Blockapparate so lange die rothe Scheibe sichtbar bleibt und die Klingel ertönt, so lange der Zug nicht in die nächste Blocksection eingefahren ist, die Entsendung eines die »Frei«-Stellung bedingenden Stromes also unmöglich ist. Ein sehr energisch wirkendes Alarmsignal (Läutewerk) ergänzt diese Vorrichtung, welche in dieser Anordnung für eingeleisige Bahnen bestimmt ist. Das Alarmsignal tritt in Action, wenn zwei Züge in entgegengesetzter Richtung abgelassen worden sein sollten und sich bereits bis auf zwei Blockstrecken genähert haben. Bei zweigeleisigen Bahnen kommen wechselständige Streckensignale und zwei Pedale in An-

wendung. Das letzte Streckensignal ist zugleich Bahnhofabschlußsignal und wird ausnahmslos von dem hiermit betrauten Stationsbeamten bedient.

L. Mons hatte anfangs der Achtzigerjahre für die Annäherungssignale der Paris-Lyon-Mittelmeerbahn einen Streckencontact construirt, der aus einem eisernen, mit Quecksilber gefüllten Gefäße bestand, welches derart unter der Schiene angebracht wurde, daß ein mit der Leitung verbundener Contactkegel nur etwa zwei Millimeter über der Oberfläche des Quecksilbers zu stehen kam. In Folge der Durchbiegung der Schienen unter dem fahrenden Zuge erfolgte Stromschluß und die Bethätigung des Signales.

Auf diese Anordnung gestützt, haben Siemens & Halske eine ähnliche Vorrichtung construirt, welche nebenstehend abgebildet ist und deren Wirksamkeit in Verbindung mit dem Streckensignal in den nächstfolgenden Figuren klargemacht ist. Maßgebend bei dieser Construction war die Erwägung, daß es wünschenswerth sei, das einem Blockapparate zugehörige Mastsignal erst dann in der »Halt«-Stellung zu verriegeln, wenn der letzte Wagen des Zuges dieses Signal bereits überfahren hat, um zu verhüten, daß beim etwaigen Anhalten des Zuges beim Mastsignal dieses von einem Theil des ersteren noch nicht überfahren ist, während bereits ein zweiter Zug in die Blocksection einfährt.



Quecksilbercontact von Siemens & Halske.

Die Gesammtanordnung eines derartigen Apparates setzt sich aus dem Schienencontact und eine im Blockapparat angebrachte Arretirvorrichtung für die Blocktaste, einer Batterie zum Betriebe dieser Einrichtung und der dazu gehörigen Leitung zusammen. Der erste Theil, der Schienencontact, ist, wie erwähnt, ein Quecksilbercontact. Er befindet sich auf einer Entfernung von 200 bis 600 Meter über das Mastsignal im Sinne der Fahrtrichtung hinaus und besteht der Hauptsache nach (siehe vorstehende Abbildung) aus dem Contactkörper und dem damit verbundenen Gehäuse, welches das Quecksilbergefäß und andere Bestandtheile um-

schließt. Der Contactkörper ($M\ L\ L_1\ M_1$ in der ersten Figur) wird an den Schienenfuß derart befestigt, daß seine tellerförmig ausgeweitete Mitte unter die Schiene zu liegen kommt.

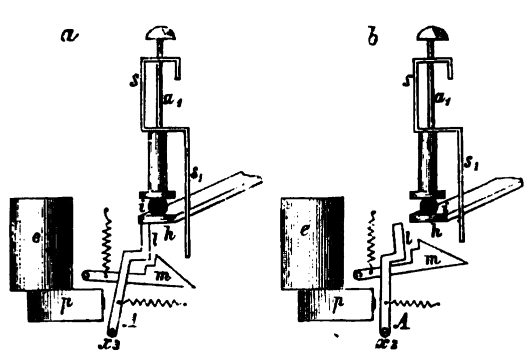
Diese Ausweitung wird durch eine Stahlblechplatte (b b) nach außen abgeschlossen und auf die eine Eisenscheibe (c c) in der Weise angebracht, daß ein in ihrer Mitte befestigter Stempel (d) die untere Fläche des Schienenfußes berührt. Der Stempel reicht durch eine Durchlochung des über die Eisenscheibe gelegten Deckels (a) und wird von einem Gummiring (t t) umfaßt, um zu verhüten, daß in die vorbeschriebenen Theile Sand oder andere Unreinlichkeiten eindringen.

Durch diese Anordnung bleibt unter der Stahlplatte (b b) ein Hohlraum ausgespart, welcher mittelst des Knierohres f f mit dem kelchförmigen Gefäß p communicirt und bei r in denselben hineingreift. In diesem Theile ist das Rohr aus einem Nichtleiter hergestellt. Die Vorrichtung ist in einem Topfe (G) untergebracht und die Verbindung des Hohlraumes mit dem Rohre durch die in letzterem angebrachte Oeffnung (h) bewirkt. Ein ähnliches Loch (s) befindet sich am Boden des Kelches. Der Topf, die Röhre und der Hohlraum unter dem Teller des Schienencontactes sind mit Quecksilber ausgefüllt, das mit einem hydrostatischen Drucke von etwa 30 Kilogramm wirkt und dadurch den Stempel gegen die Unterseite des Schienenfußes andrückt. Bei diesem Zustande ist der Boden des Kelches r eben noch bedeckt.

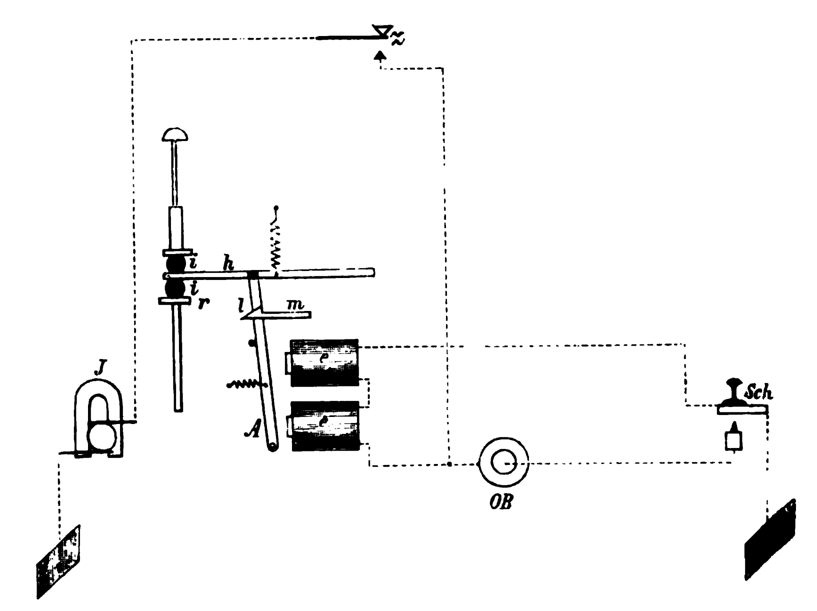
Die Wirksamkeit des Apparates ist die folgende. Wenn ein Zug über die Schienen hinwegrollt, wird vermöge deren verticaler Durchbiegung der Stempel und demgemäß die Stahlplatte (c c) einen Druck auf das im Hohlraume unter der Platte lagernde Quecksilber ausüben. Dieses steigt durch die Knieröhre in den Kelch hinauf, aus welchem es, wenn der Druck aufgehört hat (also nach Passirung des letzten Wagens), durch das Loch s in den Topf und von hier durch das Loch h in die Knieröhre beziehungsweise in den Hohlraum unter der Platte wieder zurückfließt. Zu dieser Herstellung des Gleichgewichtszustandes in der Flüssigkeit werden ungefähr 10 Secunden erfordert. Die weitere Wirksamkeit des Apparates beruht nun darauf, daß in den Kelch und in das aus einem Nichtleiter hergestellte Rohrende eine Gabel (i) hineinreicht und mit einem Kabel (S) in Verbindung steht. Die Gabel ist an einem von all' den vorbeschriebenen Theilen isolirten Glasdeckel befestigt und leicht verstellbar. Durch das Aufsteigen des Quecksilbers in den Kelch wird der Contact zwischen dem Contactkörper und dem Schienenfuße beziehungsweise mit der in dem Topfe untergebrachten Contactvorrichtung und der Kabelleitung zuverlässig hergestellt.

Das Weitere ergiebt sich aus der Betrachtung der umstehenden schematischen Darstellung, welche die Arretirvorrichtung am Blockapparat für die Blocktaste veranschaulicht. Hier ist a_1 die Blocktaste, welche in der Stellung der einzelnen Theile des Apparates der linksseitigen Darstellung (a) nach abwärts nicht gedrückt werden kann, weil sich der Contacthebel h vorlegt, der seinerseits wieder durch den

Arm i des bei x_3 drehbaren Ankerhebels A gestützt wird. Wie die Figur zeigt, ist der Ankerhebel vom Polschuh p des Elektromagneten e abgerissen. Ist jedoch der Elektromagnet stromdurchflossen und erfolgt demgemäß die Anziehung des Ankers, so entfernt sich dessen Arm l vom Contacthebel h, wodurch dem Niederdrücken des Blocktasters a_1 kein Hinderniß mehr entgegensteht. Da nun der Elektromagnet durch den Contactschluß ein Schienencontact bethätigt und damit der Blocktaster freigegeben wird, kann die Verriegelung des Mastsignales erfolgen. Das eigene Signal wird dadurch blockirt, daß der Schuber s nach abwärts gedrückt wird und in Folge dessen die mit ersterem verbundene Feder s_1 auf die Nase m stößt, wodurch der Anker frei wird. Das Abreißen desselben von den Polschuhen des Elektromagneten er-



Arretirvorrichtung zu untenstehendem Quecksilbercontact.



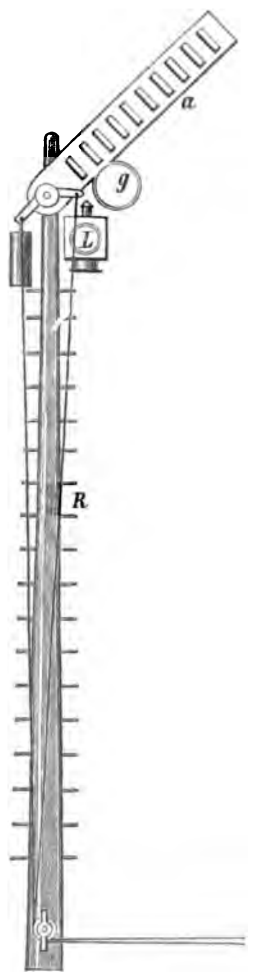
Sicherungsvorrichtung für den Quecksilbercontactapparat.

folgt selbstverständlich erst dann, wenn der letzte Wagen den Schienencontact überfahren und die Kabelleitung somit stromlos geworden ist. Die Blocktaste bleibt so lange verriegelt, bis abermals im Quecksilbercontact Stromschluß erfolgt.



Stationsblocksignal.
(Nach einer photographischen Aufnahme des Verfassers.)

Es kann sich aber ereignen, daß der Schienencontact aus irgend einem Grunde schlecht functionirt, oder die für die Arretirungsvorrichtung verwendeten galvanischen Elemente (meist Leclanché) versagen, in welchem Falle der Wärter die Blockirung nicht vornehmen könnte, da der Blocktaster alsdann unverrückbar festgekeilt wäre. Als Auskunftsmittel in diesem Falle ist eine ganz einfache Vorrichtung vorhanden, nämlich ein Nothtaster, welcher für gewöhnlich unter Plombenverschluß gehalten ist, damit er nicht unberufener Weise in Verwendung genommen werde. Durch Niederdrücken dieses Nothtasters (z in Figur Seite 576) wird mittelst des Inductors J ein kurzer Stromimpuls gegeben, wobei der bekannte Vorgang sich abspielt, indem der Arm l (in Figur b Seite 576) unter dem Contacthebel h hinweggleitet, so daß der Blocktaster nach abwärts gedrückt werden kann. In der unteren Zeichnung auf Seite 576 ist auch der unter dem Contacthebel befindliche Tasterthеil (r), welcher bei den Darstellungen a und b der Deutlichkeit wegen fortgelassen werden mußte, ersichtlich. Bei Sch ist der Schienencontact, O B ist die galvanische Batterie zum Betriebe des Blockapparates.

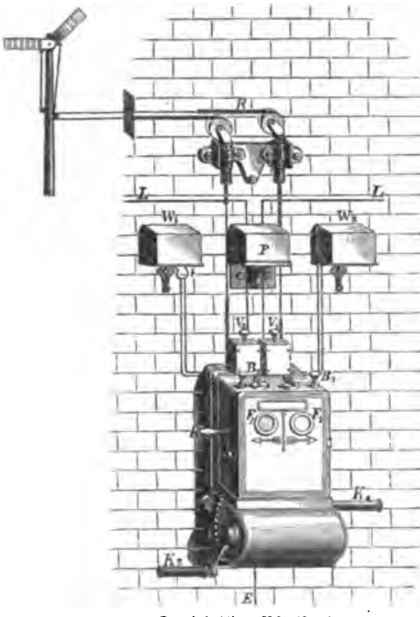


Blocksignalarm.

Die ganze Vorrichtung wird vervollständigt durch das Mastsignal, welches im Großen und Ganzen den als Flügeltelegraphen construirten Distanzsignalen gleicht. (Vergleiche die nebenstehende Figur.) An der Spitze des mit Steigeisen versehenen Schaftes (R) ist der gitterförmig durchbrochene, an der Zugseite roth mit weißem Rande, auf der entgegengesetzten Seite grau oder schwarz gestrichene Signalarm (a) angebracht, der durch eine doppelte Zugvorrichtung in Bewegung gesetzt wird. Seines Uebergewichtes halber ist der Arm durch ein Gegengewicht ausbalancirt. Dennoch ist das Uebergewicht groß genug, um den Arm zu zwingen, daß er im Falle des Reißens des Drahtzuges bei der Stellung auf »Halt« in dieser verharre, beziehungsweise bei der Stellung auf »Frei« in die Haltlage zurückfalle.

Entsprechen die automatischen Blocksignale aus den Eingangs dieser Besprechungen hervorgehobenen Gründen theoretisch in vollkommenster Weise dem Ideal einer solchen Vorrichtung, so haben sie gleichwohl in der Praxis nur beschränkte Anwendung gefunden, und zwar vornehmlich dort, wo — wie z. B. in Amerika — die Streckenbewachung principiell nicht durchgeführt ist, die Bedienung der Signale durch Menschenhand also entfällt. Die Hauptschwierigkeit auf euro-

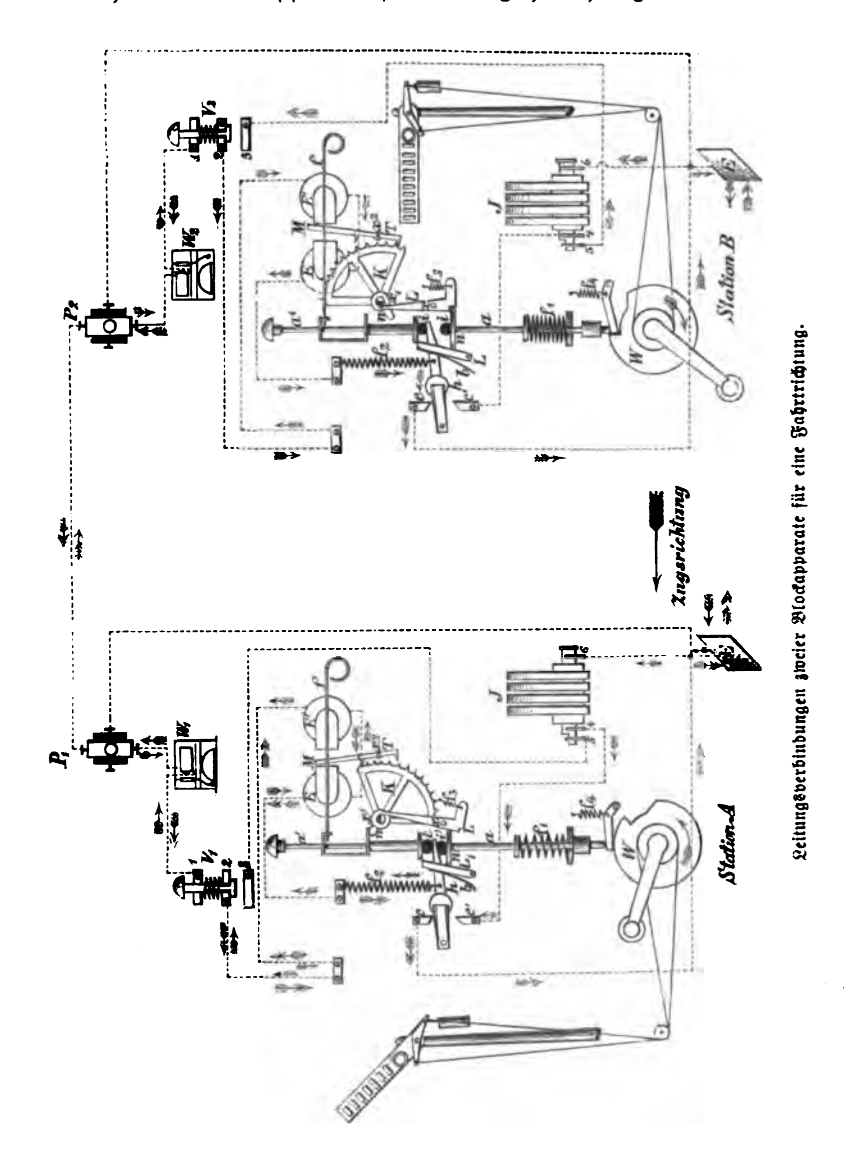
päischen Bahnen, welche — zum Mindesten auf den großen Durchgangslinien — von zahlreichen Streckenposten besetzt sind, liegen vornehmlich in der bereits hervorgehobenen Erwägung, daß kleinere, mit stationären Batterien betriebene Batterien nur kleine Signalapparate, welche leicht übersehen würden, bethätigen können, wogegen größere, mit einem Triebwerke versehene Vorrichtungen der steten Betreuung bedürfen, in welchem Falle also mit Menschenmaterial nicht gespart werden kann. Dazu kommt, daß dem Grundprincipe eines vollkommenen Blocksignals — die mechanische Abhängigkeit des Blockapparates vom Bahnzustandssignal — durch andere Systeme Genüge geleistet wurde.


Zweitheilige Blockstation.

Das bei uns bekannteste und am meisten angewendete Blocksignal dieser Art ist jenes von Frischen, hervorgegangen aus dem Etablissement Siemens und Halske in Berlin. An der Wand des Blockwärterzimmers ist ein gußeiserner Schutzkasten befestigt, in dessen unterstem Theile sich die mechanischen Vorgelege befinden, mit welchen die optischen Bahnzustandssignale bethätigt werden. Die Kurbel K_1 dient für die Stellung des Signales der einen, die Kurbel K_2 für die Stellung des Signales der anderen Fahrtrichtung. Im oberen Theile des Kastens ist ein Inductor untergebracht, dessen Kurbel aus dem Kasten herausragt, ferner das Blocksystem für jede Fahrtrichtung, bestehend aus der Auslösevorrichtung, der Blocktaste, der Sperrklinke und der Sicherheitsklinke. Im Bedarfsfalle ist in diesem Raume auch die Arretirvorrichtung des Schienencontactes untergebracht. Die beiden Fensterchen F_1 und F_2 lassen die weiße oder rothe Hälfte einer Glimmerscheibe sichtbar werden. Die Handgriffe B_1 und B_2 der Blocktaster sind von außen zugänglich, desgleichen die Taster V_1 V_2 für die in kleinen Kästchen untergebrachten Wecker W_1 W_2. P ist das Gehäuse für die Blitzschutzvorrichtung.

Die Abfahrt eines Zuges meldet der Blockwärter der Abfahrtsstation dem nächstgelegenen Blockwärter durch das sogenannte »Vorläuten«, welches Signal weiterhin von allen Posten bis zur nächsten Station gegeben wird. Sowie der Zug über das Blockmastsignal der Abfahrtsstation hinaus ist, wird der Arm in die »Halt«-Stellung gebracht und verriegelt. Derselbe Vorgang wiederholt sich beim nächsten Blockposten, doch bedingt hier die Verriegelung die gleichzeitige Entriegelung des Mastsignales beim zurückliegenden Blockposten, so daß dieses wieder auf »Frei« gestellt werden kann

An der Hand der untenstehenden schematischen Darstellung wollen wir nun den Zusammenhang der einzelnen Theile einer Blockstation und die Abhängigkeit zweier benachbarter Blockapparate für eine Fahrtrichtung erläutern. Aus der



Leitungsverbindungen zweier Blockapparate für eine Fahrtrichtung.

Stellung der Mastsignale ist zu ersehen, daß die Station A frei, die Station B dagegen blockirt ist. Nehmen wir nun an, ein Zug führe von der Station B nach der Station A, so hat zunächst von B aus die Verständigung nach A mittelst des akustischen Signales zu erfolgen. Dieses »Vorläuten« wird mit dem Wecker-

signal bewirkt, indem der Weckertaster V_2 niedergedrückt und die Kurbel am Inductor in Bewegung gesetzt wird. Es ist noch zu erwähnen, daß letzterer mit Schleifcontacten für Gleich- und Wechselstrom versehen ist.

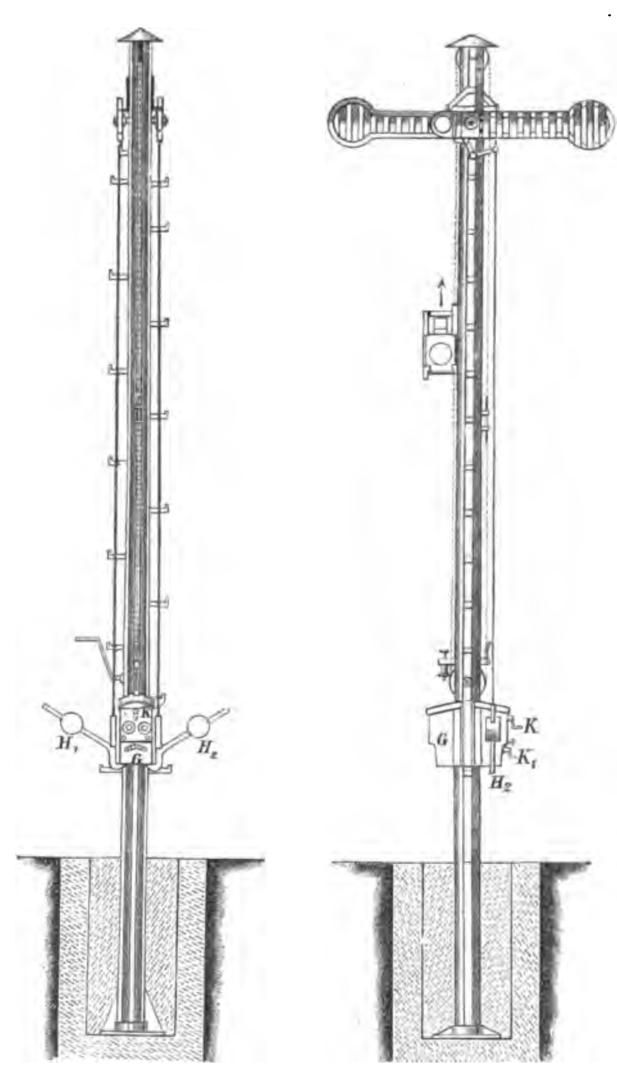
Durch das Niederdrücken des Weckertasters V_2 kommen die Lamellen 1 und 2 in leitende Verbindung und es entsteht im Inductor ein Gleichstrom, welcher folgenden Weg nimmt: Vom Stromabnehmer 5 des Inductors J der Station B zur Lamelle 3 über dem Weckertaster V_2 zur Lamelle 1, durch den eigenen Wecker zur Blitzplatte P_1 der Station A, den Wecker W_1 über die Lamellen 1 und 2 des Weckertasters V_1, durch die Elektromagnete E' und E, über die Feder f_2, den Contacthebel h und den Contact c zur Erde der Station A, weiterhin zur Erde der Station B und zuletzt über den Gleitcontact 6 zum Inductor dieser Station zurück. Es werden also beide Wecker in Thätigkeit gesetzt und damit zugleich für den Blockwärter in A das Vorsignal gegeben.

Nun passirt der von B kommende Zug die Station A, woselbst der Blockwärter das Bahnzustandssignal auf »Halt« stellt. Dadurch kommt in der Station B der Einschnitt der Welle W unter den Blocktaster zu stehen, so daß dieser niedergedrückt werden kann. Erfolgt anderseits in der Station A der Druck auf den Blocktaster, so wird der Contact bei c geöffnet, jener bei c_1 hingegen geschlossen: durch gleichzeitiges Drehen der Kurbel entstehen Wechselströme, welche folgenden Weg nehmen: Vom Stromabnehmer 4 des Inductors J der Station A über den Contact c_1, den Contacthebel h, die Feder f_2, die Elektromagnete E und E', die Lamellen 2 und 1 des Weckertasters V_1, den Wecker W_1, die Blitzplatte P_1, durch die Leitung zur Blitzplatte P_2 der Station B, weiterhin über den Wecker W_2, die Lamellen 1 und 2 des Weckertasters V_2, die Elektromagnete E' und E, die Feder f_2, den Contacthebel h und den Contact c zur Erde der Station B, dann zur Erde der Station A und zuletzt zum Geleitcontact 6 des Inductors der Station A zurück.

Durch diese Ströme wird folgender Vorgang durchgeführt: Es kommen durch sie die Anker M und die an derselben Achse (x_2) befestigten Auslösungsanker T in pendelnde Bewegung, zugleich kommt in der Station A (wo der Taster a^1 niedergedrückt ist) das Kreissegment K [1]) durch Vermittelung der Feder f beziehungsweise des Tasterschubers, der auf die Nase n drückt, in aufsteigende Bewegung, während das Kreissegment K der Station B sich senken wird. In A wird nach vollendeter Aufwärtsbewegung des Kreissegmentes dieses durch die Sperrklinke L arretirt und damit gleichzeitig das Mastsignal in der »Halt«-Stellung verriegelt, wogegen in der Station B, wo, wie erwähnt, unter der Einwirkung des gleichen Stromimpulses das Kreissegment K sich gesenkt hat, der Blocktaster a a_1 empor schnellt, worauf das Mastsignal entriegelt wird und in die »Frei«-Stellung

[1]) Es ist dasselbe Segment, welches eine Glimmerscheibe — zur Hälfte weiß, zur Hälfte roth — trägt und demgemäß in den beiden Fensterchen F_1 und F_2 in Abbildung Seite 578 die betreffenden Farben, beziehungsweise Signalstellungen, zeigt.

gebracht werden kann. Daß der Blockwärter nicht auch sein eigenes Mastsignal freigeben kann, ergiebt sich aus Folgendem: Durch die Stellung des Signales auf »Halt« und dem Niederdrücken des Blocktasters wird der Contact bei c¹ hergestellt. Nun wird die Inductorkurbel gedreht, wodurch die zurückliegende Blockstation frei giebt, das eigene Signal jedoch verriegelt.

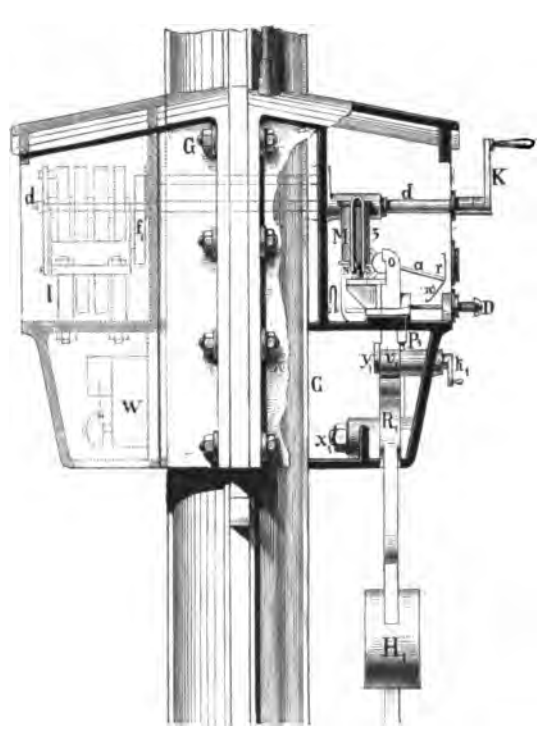


Streckenblock von Hattemer-Kohlfürst.

Neben diesem auf den österreichischen und deutschen Bahnen allenthalben eingeführten Blocksignale giebt es noch eine ansehnliche Zahl anderer Constructionen, welche wir, um nicht zu weitschweifig zu werden, im Nachfolgenden summarisch behandeln wollen. Unter Bedachtnahme auf die in Oesterreich-Ungarn geltenden Signalbestimmungen und bestehenden Signaleinrichtungen haben Hattemer und Kohlfürst nach den Grundsätzen des vorbesprochenen Blocksignales eine Construction aufgestellt, und zwar mit folgenden Abweichungen: Das Vorläuten ist durch die Glockensignalisirung ersetzt gedacht, obwohl auch eine diesbezügliche Vorrichtung angebracht werden kann; das optische Signal der Blockstation soll nicht auch zugleich als Bahnzustandssignal benützt werden, sondern nur der Zugdeckung dienen, Gefahrsfälle ausgenommen.

Der Apparat ist bei den Streckenblocks in einem gußeisernen Kasten (G) unmittelbar an der Säule des Mastsignales angebracht; die Hebel H_1 und H_2

dienen zum Halt- und Freistellen der Arme. In dem der Bahn zugekehrten Theile der Säule befinden sich die eigentlichen Blockapparate, deren Lage für jede Bahnrichtung sich wieder an dem in die Kastenwand geschnittenen Fensterchen optisch kennzeichnet. Die Normallage des Alarmsignals ist nach Maßgabe der bei der betreffenden Bahn geltenden Bestimmungen »Halt« oder »Frei«, die Lage des optischen Signales auf »Frei« (weiß im betreffenden Fensterchen in der Kastenwand). Soll ein Zug in die Section einfahren, so hat der Blockwärter denselben durch Umstellen des betreffenden Signalarmes auf »Halt« zu decken, wobei der zugehörige Hebel automatisch blockirt wird, im Fensterchen erscheint »Roth«. Ein neuerliches Geben des »Frei«-Signales ist nur möglich, nachdem zuvor vom Vorwärter die Entriegelung auf elektrischem Wege erfolgt ist.

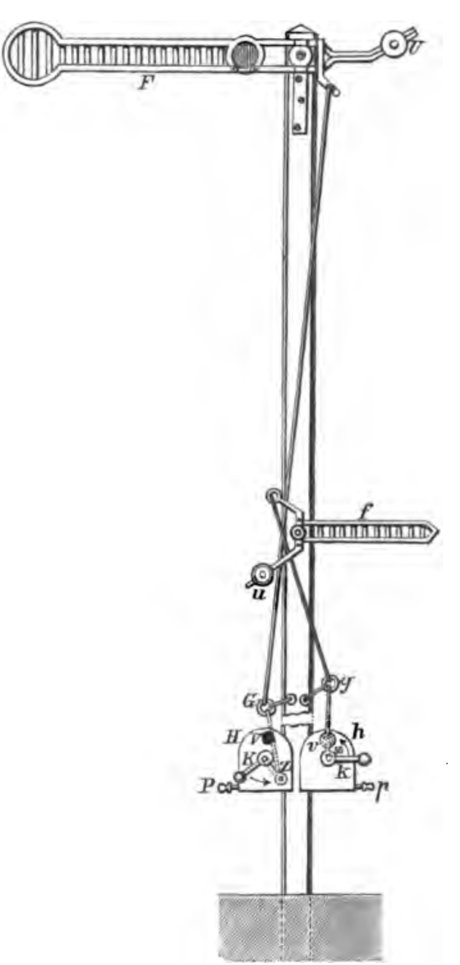


Detail zum Streckenblock Hattemer-Kohlfürst.

In der nebenstehenden Abbildung sind die Details der Installation dargestellt, auf welche wir kurz eingehen wollen, und zwar an der Hand der Beschreibung, welche der Erfinder (Kohlfürst) selbst giebt ... Der Signalarm wird dadurch auf »Halt« gestellt, daß mit dem um x_1 drehbaren Hebel H_1 die Zugstange nach aufwärts geschoben wird. Vorher muß mit der Kurbel k_1 die Klinke v ausgehoben werden; kommt H_1 in die »Halt«-Stellung, so fällt v wieder in die Reitscheibe R_1, und zwar um etwa 17 Millimeter tiefer als bei der »Frei«-Stellung. Für eine spätere Wiedereinstellung von »Halt« auf »Frei« muß wieder vorher mit der Kurbel die Klinke genügend hoch ausgehoben werden können, was indes nur möglich ist, wenn die auf der Klinke sitzende senkrechte Stange (P_1), die mit der elektrischen Vorrichtung zusammenhängt, gehoben werden kann.

Die zur Beweglichmachung der Stange nöthigen Wechselströme liefert der im rückwärtigen Theil des Kastens angebrachte Inductor. Hat ein Wächter einen Zug einfahren lassen und sodann den Signalarm auf »Halt« gestellt, so kann er den Semaphor des Nachbarwächters deblockiren, indem er an den Tasterknopf D drückt und die Inductorkurbel fünfmal herumdreht. Die auf diese Weise entsendeten

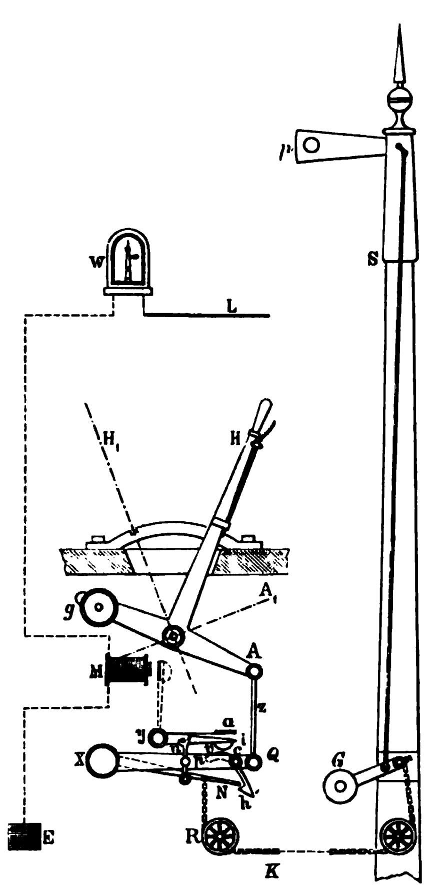
Ströme würden im Empfangsapparate des Nachbarwächters die Stange P, freigemacht haben, er könnte v_1 ausklinken und einem nachfahrenden Zuge das Signal »Frei« geben. Die Absendung der Deblockirströme (welche, wenn es gewünscht wird, durch den Wecker W akustisch controlirt werden können) kann nur bei genauer »Halt«-Stellung des Semaphors geschehen, weil sich andernfalls die mit der Verschlußklinke verkuppelte Stange in einem Schlitze der Tasterstange befindet und das Bewegen dieses Tasters unmöglich macht. Von der weiteren Auseinandersetzung der Construction, des elektrischen Verriegelungsapparates, der Schaltung einer Streckenblockstation nach diesem System u. s. w. müssen wir leider absehen.



Blockapparat von Lartigue, Tesse und Prudhomme.

Auf der französischen Nordbahn steht ein Blocksignal von Lartigue, Tesse und Prudhomme in Verwendung, welches hier abgebildet ist. Das Eigenthümliche an dieser Vorrichtung ist die Combination von zwei verschieden hoch gestellten und ungleich großen Signalarmen, von welchen der an der Spitze des Mastes befindliche (F) als eigentliches Blocksignal (Bahnzustandssignal), der kleinere, ungefähr in halber Höhe und entgegengesetzt gestellte Arm (f) zur Rück- und Vormeldung benützt wird. Die Bewegung dieser Arme erfolgt durch Kurbeln (K k) beziehungsweise durch die an den Kurbeln sitzenden Krummzapfen (Z z) und Gestänge (G g). Bei der Stellung des großen Armes nach abwäts befindet sich die ihm zugehörige Kurbel in horizontaler Lage; wird diese aber um 210 Grad gedreht (was in Folge des Vorhandenseins eines Sperrkegels nur nach einer Richtung möglich ist), so stellt sich der Arm horizontal. Bei dem kleinen Arm ist dies anders, indem er mit der Kurbel des großen Armes gleichzeitig die horizontale Stellung einnimmt; bei der »Frei«-Stellung jedoch wird er durch drehen der ihm zugehörigen Kurbel um 210 Grad senkrecht nach aufwärts gehoben. Die Bewegung der Arme geschieht auf elektrisch-automatischem Wege, zu welchem Ende die

treffenden Vorrichtungen in den Gehäusen H und h am Signalmast untergebracht sind. In den Fensterchen V und v erscheinen die mit der Signalstellung übereinstimmenden Farben (roth oder weiß); die Gegengewichte U und u dienen zur Regulirung der Bewegungen der Arme, P und p sind Taster. In der Nacht erhält nur der große Arm eine Laterne; der kleine Arm wird durch einen am großen Arm angebrachten Reflector beleuchtet.... Auch bei diesem Apparate müssen wir von einer eingehenden Beschreibung der Blockapparate, ihrer Wirksamkeit, das Leitungsschema u. s. w., weil dem Laieninteresse ferne liegend, absehen.



Blocksignal von Farmer und Tyre.

Das nebenstehend abgebildete, von Farmer und Tyre herrührende Blocksignal hat ein ziemlich complicirtes Hebelwerk, dessen Wirksamkeit im Wesentlichen in Folgendem besteht. An der Signalsäule S ist der Arm p angebracht, welcher durch eine Zugstange mit Uebergewicht (G) bewegt wird. Das letztere stellt einen zweiarmigen Hebel dar, von dessen kürzerem (dem Gewichte entgegengesetzten) Arme eine Zugkette (K) über Rollen (R) zum Stellwerke geht, das mittelst des Hebels H gehandhabt wird. Mit demselben steht ein Hebelwerk in Verbindung, dessen Anordnung der Kürze zu Liebe aus der Zeichnung ersehen werden möge. W ist der sogenannte »Wiederholer« — eine Nachahmung des Semaphors im Kleinen — welcher von dem vorliegenden Wärter mittelst der Leitung L bethätigt wird. Nur dann, wenn dieser Wiederholer »Frei« zeigt, darf das Mastsignal in die gleiche Stellung gebracht werden.

In diesem Falle nimmt der Stellhebel die Lage bei H_1 ein. Bei der Umstellung wurde vermittelst der Armes A und der daran befindlichen Zugstange z der bei X drehbare Hebel X Q gehoben. Nun bewegt sich aber mit diesem Hebel der an ihm drehbar angebrachte Haken h, welcher den gleichfalls um X drehbaren Hebel N mitnimmt, wodurch die Zugkette angezogen, das Gewicht G gehoben und damit der Signalarm p nach aufwärts gestellt, also auf »Frei« gebracht wird. An dem Hebel N, der die Zugkette bethätigt, befindet sich aber noch der Arm n,

in dessen oberem gabelförmigen Ende der seitliche Zapfen des Hammers y ruht. Bei der Umstellung des Stellhebels von H auf H_1 (also auf »Frei«) wird mittelst des Armes n der Hammer, der bei y drehbar befestigt ist und einen federnden Anker (a) hat, gegen den Elektromagneten M geworfen, wodurch der Arm, wenn der Magnet stromdurchflossen ist, in dieser Lage festgehalten wird. Ist jedoch der Magnet stromlos, so fällt der Hammer zurück und schlägt mit seinem Kopfe i auf das gebogene Stück p des Hakens h. Da dieser bei c drehbar ist, wird er in Folge des Schlages von dem Hebel abgezogen, wodurch das Gegengewicht am Mastsignal wirksam wird und den Signalarm auf »Halt« stellt. Aus diesem Vorgange ist zu ersehen, daß die »Frei«-Stellung nur dann erfolgen kann, wenn der Magnet M stromdurchflossen ist. Die Zuführung oder Absperrung des Stromes liegt aber in der Hand des Vorwärters, so daß dieser das auf »Frei« stehende Armsignal im Bedarfsfalle sofort in die Stellung auf »Halt« bringen kann.

* * *

Außer den vorstehend besprochenen Signaleinrichtungen, welche in ausreichendem Maße dem Nichtfachmanne ein Bild von den Hilfsmitteln geben, deren sich die Verkehrstechnik bedient, um den Eisenbahndienst nach Maßgabe des menschlichen Vermögens sicherzustellen, giebt es noch mancherlei andere Systeme, von deren Auseinandersetzung füglich abgesehen werden kann. Dagegen erscheint es am Platze, zum Abschlusse dieses Capitels noch kurz der Resultate zu gedenken, welche die Bestrebungen, die Telephonie dem Eisenbahnbetriebe dienstbar zu machen, ergeben haben.

Wie jede ingeniöse Neuerung die Geister weit über das Ziel hinauszureißen pflegt, war es auch mit der Telephonie der Fall, als sie dem praktischen Gebrauche zugeführt wurde. Viele Verkehrstechniker glaubten in ihr diejenige Form der Verständigung im räumlichen Sinne erblicken zu sollen, welche auch im Eisenbahndienste eine verheißungsvolle Zukunft zu gewärtigen habe. So weit ist es nun nicht gekommen.

Vorurtheilsfreie Beurtheiler erkannten bald, daß das neue Sprechmittel zwar unschätzbare Vorzüge besitze, daß es aber zugleich gerade für den wichtigsten Gesichtspunkt des Eisenbahnbetriebes — dessen verantwortlicher Seite — unzweckmäßig sei. Bei allen im Eisenbahnbetriebe vorkommenden Verständigungsmitteln ist es nämlich von principieller Wichtigkeit, daß die hierbei sich entwickelnde Correspondenz, sei sie von welch' immer Form, Nachweise, d. h. dauernde Zeichen gebe, was bei der Telephonie ausgeschlossen sei. Es gilt hier dasselbe Wort, das einst M. M. v. Weber gelegentlich der Besprechung eines englischen Blocksignales ausgesprochen: »Das System hat neben der Untugend der Vergänglichkeit der Zeichen auch noch die, den in den Händen der Signalmänner befindlichen elektrischen Apparat zur Correspondenz geeignet zu machen, wodurch viel öfter schlimme Miß-

verständnisse hervorgerufen werden als Nutzen geschafft wird, obwohl letzteres zuweilen unleugbar der Fall ist.«

Sind nun auch die seinerzeit von dem berühmten Eisenbahnfachmanne bezüglich der elektrischen Blocksignale hervorgehobenen Bedenken durch die Erfahrungen der Praxis hinfällig geworden, so gilt dies im gleichen Maße von dem seitens erfahrener Betriebstechniker aufgestellten Vorbehalte bezüglich der Telephone. Beweis dessen, daß letzteres allgemach im Eisenbahndienste Eingang gefunden hat, jedoch mit der Beschränkung, welche die sachliche Abwägung der Vor- und Nachtheile dieses Sprechsystems zwingend ergeben hat. So hat das Telephon hauptsächlich dort Anwendung gefunden, wo es vermöge seiner Eigenschaften in zweckmäßiger Weise ausgenützt werden kann, z. B. innerhalb des Bureauverkehrs an Centralstellen und im Verkehr der Bahndienststellen mit Parteien. In allen übrigen Fällen wird sich der Fernsprecher der Natur der Sache nach als ein schätzbares Hilfsmittel zur Ergänzung der bestehenden Signalmittel erweisen, wenn er mit diesen parallel in Benützung steht. Dadurch werden die Betriebsangelegenheiten nicht unwesentlich erleichtert und beschleunigt, ohne daß sich eine unmittelbare Ingerenz in die bestehenden Mittel zur Sicherung des Zugsverkehres ergäbe. Diese letzteren vollends durch das Fernsprechwesen ersetzen zu wollen, ist und bleibt eine Utopie, welche zur Zeit wohl kaum mehr von einem nüchternen Fachmanne im Auge behalten wird.

Das Telephon findet, seinem Wesen gemäß, die häufigste Verwendung im Bureaudienst, sodann facultativ im Streckendienst und zuletzt zur Erzielung eines unmittelbaren Verständigungsmittels zwischen den fahrenden Zügen und den Stationen beziehungsweise der Strecke. Die Versuche nach letzterer Richtung werden wir im nächstfolgenden Abschnitte (»Fahrdienst«) besprechen; bleibt sonach der Bureau- und Streckendienst. Die hiermit verbundenen Methoden des Fernsprechens weichen von einander insoferne ab, als die telephonischen Einrichtungen für den Bureaudienst sich in nichts von denjenigen unterscheiden, die im Fernsprechwesen überhaupt Geltung erlangt haben. Hingegen bedingt der telephonische Streckendienst gewisse Einrichtungen, welche vornehmlich dadurch sich kennzeichnen, daß die hierbei zur Anwendung kommenden Apparate nicht stationär untergebracht sind, sondern dem Zwecke gemäß, dem sie dienen, mobilen Charakters sein müssen.

Bevor wir diesen Einrichtungen uns zuwenden, müssen wir indes, des besseren Verständnisses halber, einige allgemeine Bemerkungen voraussenden. Die Telephonstationen nach herkömmlicher Einrichtung haben bekanntlich ihre eigenen Leitungen. Dem Laien wird bei dieser Wahrnehmung die Frage nahegelegt, ob solche specielle Leitungen unbedingt nothwendig, d. h. die Benützung der bestehenden Telegraphenlinien unmöglich ist, oder ob die Telephonleitungen nur in Ermangelung anderer Leitungen hergestellt werden. Die Antwort geht dahin, daß die durch die Sprache oder sonstigen Laute (sei es mit oder ohne Benützung eines Mikrophons in einer Telegraphenleitung entstehenden Inductionsströme wechselnder Richtung

von so geringer Intensität sind, daß sie eine telegraphische Correspondenz oder elektrische Signalisirung auf dieser Leitung in keiner Weise beeinträchtigen können. Wohl aber wirken die für die elektrischen Telegraphen oder Signalisirung benützten ziemlich kräftigen Batterieströme auf die telephonischen Apparate so störend ein, daß ein gleichzeitiges Telegraphiren und Sprechen auf einem und demselben Drahte einfach unmöglich wird.

Es liegt also auf der Hand, daß dieser gleichzeitigen Benützung eines und desselben Drahtes nichts im Wege steht, wenn ein Mittel angewendet wird, um die erwähnte schädliche Beeinflussung zu paralysiren. Diese Mittel sind die **Condensatoren**, deren Anordnung wohl Jedem bekannt ist. Zweck der Condensatoren ist — conform dem gleichen Principe bei den Leydnerflaschen-Batterien — durch

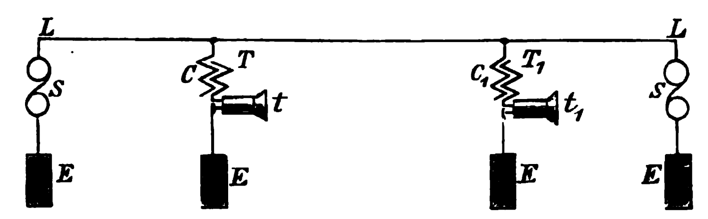


Fig. 1. Schaltungsschema für Telephoncorrespondenz.

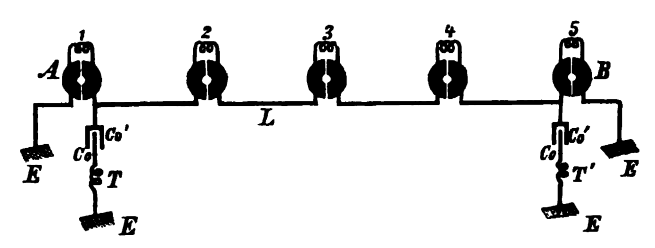


Fig. 2. Anschaltung des Telephons an eine Glockensignallinie.

metallische Belegungen die Oberfläche der Elektricitätssammler zu vergrößern, um größere Elektricitätsmengen aufzuspeichern. Die Condensatoren werden von den galvanischen Strömen nur wenig beeinflußt, wogegen dieselben für die momentanen Impulse der Telephonströme gewissermaßen »durchlässig« sind, in dem Sinne nämlich, daß die Influenzwirkung zur Geltung kommt.

Auf diesem Principe — auf dessen Einzelheiten wir nicht näher eingehen können — beruhen die Streckentelephone der Eisenbahnen. Eine diesbezügliche Anordnung zeigt das vorstehende Schema Figur 1. An die gewöhnliche Telegraphenleitung L L (Ruhestrom) mit den Morsestationen S S sind die Telephonstationen T T_1 angeschlossen, indem ein Ende der Primärwindung eines Spulencondensators (C, C_1) mit der Telegraphenleitung, ein Ende der Secundärwindung des Condensators hingegen mit der Telephoneinrichtung (t, t_1) und durch diese mit der Erde (E) leitend verbunden ist.

Neben dieser Form der stationären Streckentelephons ist eine andere —
Principe der facultativen Ausnützung des Fernsprechens im Eisenbahnbetriebe
sprechende — Anordnung als ganz besonders zweckmäßig hervorzuheben. Es
dies das mobile oder Feldtelephon. Mittelst desselben kann, wenn in e
Station eine Mikrotelephoneinrichtung an eine Signal- oder Telegraphenlinie
geschaltet ist, durch Einbeziehung einer zweiten derartigen Einrichtung an ei
beliebigen Punkte der Leitung (also der Strecke) der telephonische Verkehr
gestellt werden. Selbstverständlich ist das gleiche Arrangement auch zwischen
beliebigen Punkten auf der Strecke möglich. Die telegraphische Correspondenz



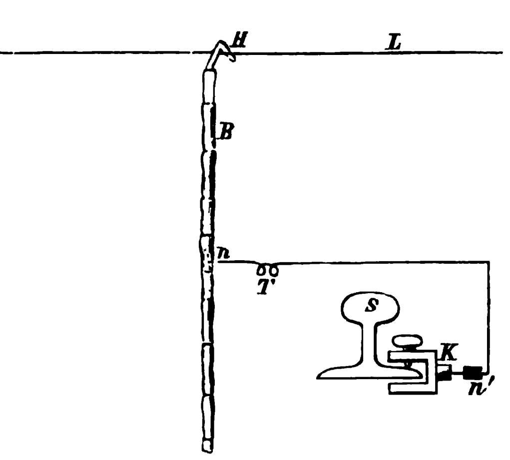
Telephonstation System Gattinger.

die elektrische Signalisirung bleiben durch diese Anschaltungen unberührt, so
Störungen nach dieser Richtung absolut ausgeschlossen sind.

In der Figur 2 Seite 587 ist L die Glockensignallinie, in welcher 1
3, 4, 5 die einzelnen Streckenapparate, T und T' die Telephoneinrichtungen,
und Co' die Condensatoren und E die Erdleitung darstellen. Die Verbin
zwischen der Leitung und den mobilen Telephons wird dadurch bewirkt, daß
Abzweigung an den sogenannten »Halbmondklemmen« der Glockenapparate
bunden wird. Zur Unterbringung der einzelnen Bestandtheile der Telepho
richtung dient ein dem Zwecke entsprechend sehr compendiös gehaltenes Käst
wie ein solches (System Gattinger) hier abgebildet ist. T ist das Hörtele
m das Mikrotelephon, d die flexible Verbindungsleitung Im rückwärtigen T

des Kästchens ist die aus einigen Trockenelementen bestehende Batterie untergebracht.

Um auch auf freier Strecke die Vorrichtung benützen zu können, d. h. auf Punkten, wo sich keine Signalposten befinden, benützt man eine nach Art der bekannten ausziehbaren Fischstöcke construirte Bambusstange (B in der hier stehenden Abbildung), deren einzelne Messingbeschläge sowohl mit dem Haken H, mittelst welchem die Stange auf die Drahtleitung aufgesetzt wird, als mit dem untersten Messingbeschlag durch im hohlen Inneren der Stange laufende Drähte in leitender Verbindung stehen. Jede der Messinghülsen hat eine Oeffnung, in welche ein Stöpsel (n) eingesteckt und damit die Verbindung des Condensators mit der Leitung hergestellt wird. Die Verbindung des zweiten Beleges des Condensators über das Telephon mit der Erde geschieht mittelst der am Schienenfuß befestigten Klammer K, in welcher gleichfalls zur Aufnahme eines Stöpsels (n') eine Oeffnung vorhanden ist. Auf diese Weise wird das mobile Telephon rasch, sicher und zweckmäßig an die Linienleitung angeschlossen und kann binnen wenigen Minuten zum Sprechen benützt werden, was bei gewissen Vorkommnissen von außerordentlichem Nutzen sein kann.

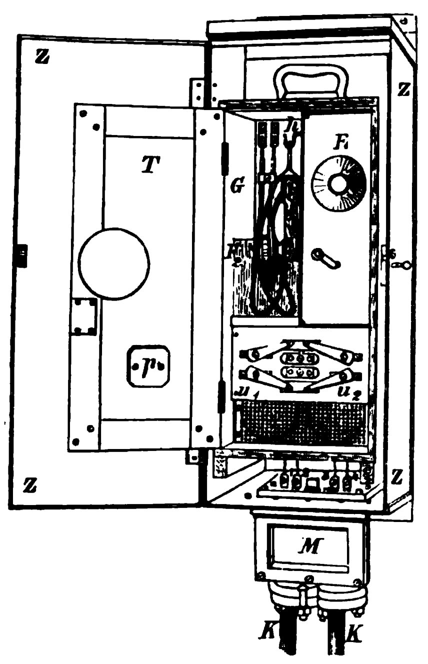


Anschaltung der Telephonstation an die Leitung.

Telephoneinrichtungen finden auch in langen Tunnels Verwendung, wie beispielsweise im Arlbergtunnel und im großen Gotthardtunnel. Dort sind die neun Rettungsnischen des zehn Kilometer langen Tunnels mit Telephonstationen ausgerüstet, welche von den Tunnelwärtern und den Organen des Bahnerhaltungsdienstes zur Correspondenz mit den beiden angrenzenden Tunnelstationen St. Anton und Langen benützt werden. Die verwendeten Apparate sind bezüglich ihrer Theile und Anordnung dieselben wie anderwärts, doch ergeben sich abweichende Einzelheiten bezüglich des verwendeten Materiales und der Art der Verwahrung, was sich aus der Nothwendigkeit erklärt, so subtile Vorrichtungen vor den schädigenden Einwirkungen der Feuchtigkeit und der Rauchansammlung beziehungsweise dessen Niederschlages zu schützen.

Die Fernsprecheinrichtung im Gotthardtunnel, welche vor einigen Jahren in Betrieb gesetzt wurde, verbindet die beiden Tunnelstationen Airolo und Göschenen untereinander und mit den innerhalb des 14.900 Meter langen Tunnels installirten Wärterposten. Das Leitungskabel hat eine Länge von 16.000 Meter. Nur die

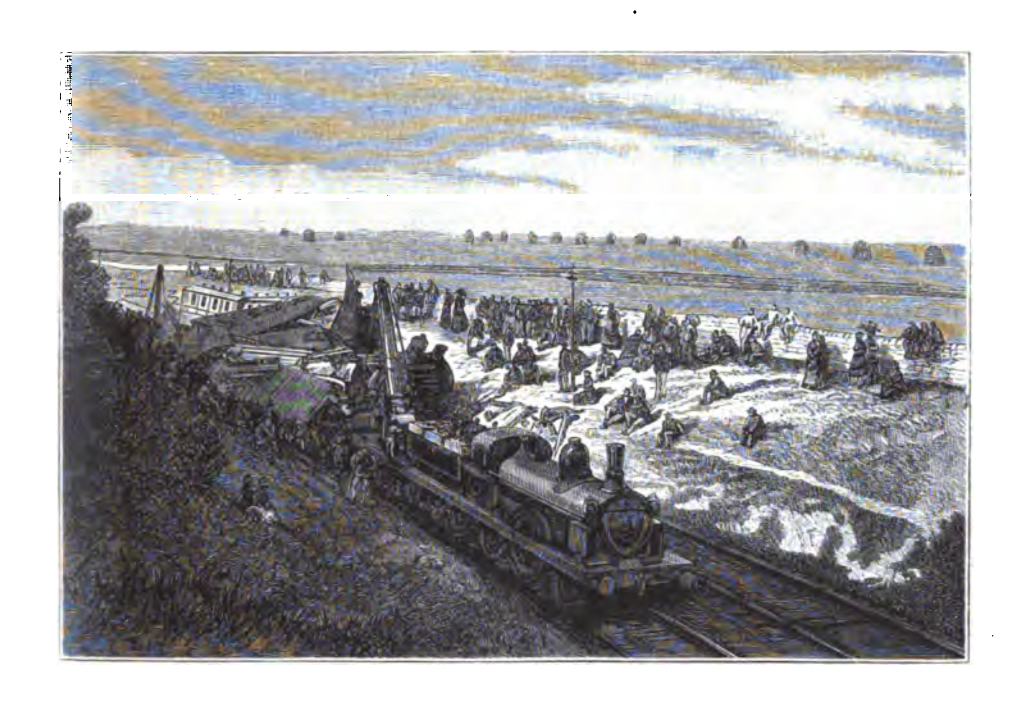
Endstationen haben mit Mikrophone versehene Fernsprecheinrichtungen, während die Zwischenposten, um die Aufstellung von Batterien zu ersparen, der Mikrophone entbehren. Der Apparat der Tunnelstationen besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse aus Zink (Z), das mittelst einer Thüre geöffnet wird. Innerhalb dieses Gehäuses befindet sich der mittelst der Thüre T zu versperrende Holzkasten G mit den Apparaten, und zwar mit dem Siemens-Halske'schen Präcisions-Sprechtelephon F_1, dem Hörtelephon F_2, einem Wechselstrominductor nebst verschiedenen Vorrichtungen, d. i. dem vierlamelligen Umschalter u_1 u_2, dem Hakenumschalter h und der Platte p an der Thüre. Letztere verhindert das Schließen der Thüre, wenn die Lamellen nicht die in der Figur dargestellte Lage einnehmen, wodurch der Wärter darauf aufmerksam wird, daß der Apparat nicht ausgeschaltet ist. An der Unterseite des Zinkkastens befindet sich die eiserne Muffe M, an welche die Sprechkabel K K angeschlossen sind.



Telephonapparat im Gotthardtunnel.

Der Aufruf der Tunnelposten geschieht mittelst dem gewöhnlichen Läutewerke durch ein eigens hierzu bestimmtes Signal, dessen sich auch die Wärter untereinander bedienen können. An der Thüre des Zinkkastens hat der Schlüssel beständig zu stecken; jener zu der Thüre des Holzkastens hängt an einer Schnur. Ist die Kastenthüre geöffnet, so werden die vier Umschalterkurbeln auf die mittleren Lamellen eingestellt und wird durch die dreimalige Umdrehung der Inductorkurbel (für Göschenen, wenn Airolo gerufen wird, ist die dreimalige Umdrehung zu wiederholen) der Anruf bewirkt. Ist die Rückmeldung mittelst Wecker eingelangt, so wird das Hörtelephon vom Haken genommen und dicht ans Ohr gelegt. Da die Fernsprechapparate der Tunnelposten, wie erwähnt, nicht mit Mikrophonen versehen sind, so muß möglichst laut gesprochen werden bei dichter Haltung des Mundes an der Schallmündung des Sprechtelephon.

Vierter Abschnitt.



Betrieb und Bahnschutz.



1. Die Züge in der Bewegung.

(Fahrdienst.)

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir einen vollkommenen Ueberblick auf die Gestaltung einer Bahn bezüglich ihres Baues, sowie über die zur Sicherung des befahrenen Schienenweges erforderlichen Einrichtungen kennen gelernt. Wir haben ferner erfahren, wie die Eisenbahnfahrzeuge beschaffen sind, welcherlei Anordnungen sich als nothwendig erweisen, um den Zusammenschluß von Locomotiven und Wagen zu ganzen Zügen organisch innig zu gestalten und daran ein kurzes Referat über die Stationsanlagen und gewisser Betriebsvorrichtungen angefügt. Das alles ist, wenn man sich so ausdrücken darf, nur eine Art Vorschule, die Grundlage, vermöge welcher der Verkehr überhaupt erst ermöglicht wird; es ist der äußere Rahmen zu den im Eisenbahndienste sich abspielenden lebendigen Erscheinungen und all' den Impulsen und Wechselwirkungen, welche mit der Bewegung zusammenhängen. Durch diese wird die »Form« in »That« umgesetzt, es tritt an Stelle der Theorie das intellectuelle Handeln, welches die Seele des Eisenbahnbetriebes ist.

Damit ist der Wahrsatz gekennzeichnet, daß — trotz all' der vielartigen ingeniösen Einrichtungen, über welche das Eisenbahnwesen verfügt — die beste Sicherung des Eisenbahnverkehrs ein gutes Betriebspersonale sei. Sehr treffend kennzeichnet diesen Standpunkt M. M. v. Weber, indem er Folgendes sagt: »Wie nach des Generals v. Schweinitz geistreichem Ausspruche diejenige Armee immer die siegreiche sein wird, in der sich die meisten Kämpfer befinden, welche überzeugt sind, daß gesiegt werden müsse, so ist dasjenige das beste Eisenbahnmaterial, für welches es selbstverständlich ist, daß vor allem Anderen der Dienst gethan werden müsse. Nur tüchtige Völker, denen die Ideen von Recht und Pflicht und ernster Zucht seit Generationen in Fleisch und Blut übergegangen sind, produciren tüchtige Eisenbahnpersonale.«

Die menschliche Gesellschaft kennt außer dem militärischen Berufe keinen zweiten, in welchem die Strammheit und die eiserne Nothwendigkeit der Disciplin sich

in gleichem Maße Geltung verschafften, als im Eisenbahndienste. Und auch in anderer Beziehung erinnert dieser an den Militarismus. So wie hier — von den leitenden Köpfen abgesehen — das Können höher steht als das Wissen, so auch im Eisenbahndienste. Man darf diese Erfahrungsäußerung allerdings nicht mißverständlich für eine Verneinung des Bedürfnisses nach einem gewissen Grade allgemeiner Bildung bei dem Subalternpersonal der Eisenbahnen halten. Früher war diese Negation so vollgiltig, daß — wie v. Weber erzählt — Isambert Brunnel, eines der größten organisatorischen Talente, die das Eisenbahnwesen je gehabt hat, behaupten durfte: nur ein Mann, der weder Lesen und Schreiben könne, würde einen guten Locomotivführer abgeben. Es ist klar, daß ein einigermaßen verwendbarer Eisenbahnfunctionär der fachlichen Befähigung absolut nicht entbehren kann; daneben machen sich aber noch drei weitere Elemente geltend: die physische Möglichkeit der fachlichen Befähigung gerecht zu werden, moralische Tüchtigkeit und disciplinelle Trainirung. Von besonderem Werthe sind Offenheit der Sinne, Raschheit der Auffassung und Wohlüberlegtheit der Action. Die disciplinelle Trainirung besteht im Wesentlichen in der bis zur Unwillkürlichkeit gewordenen Geläufigkeit in der Ausübung der Dienstesnothwendigkeiten und der daraus erwachsenden Rechte und Pflichten.

Neben diesem generalisirenden Standpunkte ergeben sich indes nicht nur verschiedene Abstufungen bezüglich der Cardinaleigenschaften der Eisenbahnbediensteten, sondern es nehmen diese selbst verschiedene Formen an, deren prägnanteste Unterscheidungsmerkmale die Wirksamkeit nach der intellectuellen beziehungsweise physischen Seite ist. Principiell entscheidend und unerläßlich ist, daß er rechte Mann am rechten Posten sich befinde, daß von Jedem nach dem Grade seines Wissens und Könnens ein bestimmtes Maß von Leistung gefordert werden könne, und daß der Specialisirung — die allgemeine fachliche Bildung immer vorausgesetzt — der breiteste Spielraum angewiesen werde. Die hieraus resultirende Einseitigkeit ist weit eher eine Tugend als ein Fehler. Nur bei der obersten Leitung kann und darf man von diesem Gesichtspunkte abgehen. Die Befähigung zur Leitung einer Eisenbahn soll durchaus nicht an technische Vorbildung geknüpft sein, sie erfordert aber unbedingt die Kenntniß des Faches, durch Dienst in demselben von unten auf. In dieser Beziehung deckt sich das früher gegebene Gleichniß zwischen Militarismus und Eisenbahndienst nicht; wie dort Niemand General werden kann, der nicht in den untersten Graden seine Laufbahn begonnen, desgleichen sollte Niemand Chef eines großen Eisenbahnunternehmens werden, der nicht die Stufenleiter der Praxis durchlaufen hat.

Beherzigenswerth sind in dieser Beziehung die Worte einer der größten Autoritäten im Eisenbahnfache. Sie lauten: »Ein Eisenbahnchef kann und braucht nicht alle Details seines Ressorts selbst zu verstehen, ebensowenig wie es nöthig ist, daß ein Capellmeister alle Instrumente seines Orchesters selbst spielen könne. Aber wie dieser Natur und Klangfarbe und Leistungssphäre aller Instrumente

genug kennen muß, um fähig zu sein, ihre Wirkung zu leiten, so muß der Eisenbahnchef tief und praktisch genug in alle Branchen des Faches eingeweiht sein, um beurtheilen zu können, ob Andere ihre Sache verstehen; er muß im Stande sein, den Werth der Individualität und der Leistungen zu schätzen, und wissen, welches Maß von Kräften und Mühen zu jeder Bethätigung im Fach gehört.« ... Bezüglich des Faches, dem der oberste Leiter einer Bahn angehören soll, gehen die Meinungen auseinander. Manche haben sich für das kaufmännische (commercielle), Andere für das juridische, wieder Andere für das technische Fach entschieden; darin aber sind Alle einig, daß er ein Mann von bedeutender Bildung, von der umfassendsten Kenntniß des Eisenbahnwesens, und mit Repräsentationstalent begabt, im Uebrigen aber in seinem Fache durch eigene Anschauung und Leitung diverser Specialbranchen geschult sein und frei von allem autodidaktischen Dilettantismus sein müsse. Die traditionelle Bevorzugung der Juristen hat neuerdings bei den preußischen Staatsbahnen ein Regulativ gefunden, indem auch Technikern zu Geschäften rein administrativer Natur im Wirkungskreise der Directionen — die ihnen bis dahin verschlossen waren — der Weg freigegeben wurde. In Frankreich, England und Belgien war man in dieser Beziehung schon lange früher vorausgegangen. —

Nach dieser nicht eigentlich zu unserem Thema gehörigen Einleitung schreiten wir zur Sache. Wir greifen in medias res und vergegenwärtigen uns alles das, was zur organischen Completirung eines in Verkehr zu setzenden Zuges gehört: die Garnitur mit der vorgespannten Locomotive, die Indienststellung derselben, der Zusammenschluß der Wagen durch Kuppelung der Zugvorrichtungen, der Leitungen für die durchgehenden Bremsen, der Beheizung und des Hilfssignals. Der Zug steht zur Abfahrt bereit, das Liniensignal ist abgegeben, die Wärter im Centralweichenthurm stehen auf ihrem Posten, um dem Zuge die Weichenstraßen, welche er zu durchfahren hat, freizugeben.

Alsdann erfolgt das Abfahrtssignal mit der Stationsglocke, das Zeichen des Zugführers mit der Handsignalpfeife oder dem Horne und schließlich der vorschriftsmäßige Achtungspfiff mit der Dampfpfeife der Locomotive. Um den Zug in Bewegung zu setzen, wird bei vorwärts gestelltem Steuerungshebel der Regulator langsam und vorsichtig geöffnet, um das Schleifen der Räder, das Auswerfen von Wasser (»Spucken«) und die Beschädigung der Kuppelungen zu verhüten. Sollte beim Anfahren ein Schleifen der Räder stattfinden, so hat unverzüglich der Führer die Sandbüchse zu öffnen. Bei der Durchfahrt und Ausfahrt aus der Station hat sich das Maschinenpersonal davon zu überzeugen, ob der Zug auch ganz und ob nicht ein Theil desselben zurückgeblieben ist (was nach den Schlußsignalen am letzten Wagen zu beurtheilen ist), ob der Zug nicht etwa von der Station her durch entsprechende Signale zum nochmaligen Anhalten aufgefordert wird. Die Signalkörper sind scharf im Auge zu behalten, um sich zu überzeugen, daß die betreffenden Weichen richtig stehen und die zur Nachtzeit gegen die Spitze zu befahrenden Wechsel vollkommen beleuchtet sind.

Obwohl auf Bahnen mit Sicherheitsstellwerken das rasche Durchfahren der Weichenstraßen zulässig ist, soll die fahrplanmäßige Geschwindigkeit dennoch erst in offener Bahn angenommen werden. Dieselbe ist derart einzuhalten, daß sie nicht bloß der mittleren Fahrgeschwindigkeit zwischen zwei Stationen entspricht, sondern daß in offener Strecke nicht stellenweise mit einer größeren als der erlaubten Fahrgeschwindigkeit gefahren werde. Nur bei Verspätungen, welche einzubringen sind, ist ein Abgehen von dieser Vorschrift gestattet, doch sind diesfalls die kürzesten Fahrzeiten genau festgesetzt und jedes Ueberschreiten derselben ist verboten. Der Locomotivführer muß während der Fahrt auf der Plattform der Locomotive in der Regel so stehen, daß er den Regulator und die Dampfpfeife möglichst schnell handhaben könne. Ferner hat der Führer die arbeitenden Theile der Locomotive durch den Augenschein und das Gehör sorgfältig zu controliren, um etwaige Gebrechen sofort wahrnehmen zu können. Führer und Heizer, zwischen denen ein geeignetes Zusammenwirken stattfinden soll, müssen sich häufig (vornehmlich in Krümmungen) umsehen, um den Gang des Zuges zu beobachten und dessen Zustand zu controliren.

Größte Aufmerksamkeit ist den Blocksignalen zuzuwenden, nach welchen sich, conform unseren vorangegangenen Ausführungen, strenge zu halten ist. Bei Bahnen, wo solche Signaleinrichtungen nicht bestehen, sind die Streckenwächter und die Haltung, die sie einnehmen, im Auge zu behalten, um etwaigen Handsignalen Folge leisten zu können. Wächter, welche sich nicht auf ihrem Posten befinden, sind durch Achtungssignale mit der Dampfpfeife zu avisiren oder zu rufen. Bei Wegübersetzungen ist darauf zu achten, ob die Schranken geschlossen sind, und hat jeder Vorgang auf dem Bahnplanum die erhöhte Aufmerksamkeit des Maschinenpersonales in Anspruch zu nehmen.

Neben diesen Beobachtungen ist selbstverständlich die Locomotive dasjenige Object, welches die volle Achtsamkeit des Maschinenpersonales, insbesondere des Führers erfordert. Er muß fortwährend in Kenntniß vom Wasserstande im Kessel sein, zu dessen Controlirung das Wasserstandglas und die Probirhähne dienen. Der unterste Probirhahn darf stets nur Wasser ablassen, der mittlere Probirhahn, der in der Regel den mittleren Wasserstand anzuzeigen hat, wird beim Oeffnen Wasser und Dampf ausströmen, während der oberste Hahn nur Dampf ausströmen soll. Verstärkte Aufmerksamkeit auf den Wasserstand ist bei der Fahrt auf Strecken mit starken Steigungen nöthig, und in noch erhöhterem Maße, wo Steigungen mit Gefällen häufig und plötzlich abwechseln, weil sonst bei niedrigem Wasserstande die Gefahr einer Beschädigung der vorderen Enden der Sideröhren beziehungsweise der Feuerbüchse eintreten kann.

Eine weitere Hauptverrichtung auf der Locomotive ist die Beheizung derselben. Für die Nachfeuerung giebt der Führer den Auftrag. Hierbei ist Sorge zu tragen, daß die Feuerthüre erst dann geöffnet werde, wenn der Heizer mit der vollen Kohlenschaufel davorsteht. Ein zu langes Offenlassen der Thüre würde ein starkes

Einströmen der kalten Außenluft bewirken, wodurch die Dampfentwickelung Abbruch erleiden und eventuell auch dem Kessel Schaden zugefügt werden könnte. Das Brennmaterial ist möglichst rasch einzuführen und in möglichst dünnen Schichten gleichmäßig über die ganze Rostfläche zu vertheilen. Bei Brennstoffen, deren Gluth leicht durch die Siederohre in die Rauchkammer mitgerissen wird — namentlich bei Verengung des Blasrohres, welche überhaupt thunlichst zu vermeiden ist — und wodurch eine große Erhitzung der Rauchkammerwände herbeigeführt werden kann, wird durch Oeffnen des Spritzrohrhahnes von Zeit zu Zeit Wasser in die Rauchkammer gespritzt, um die Gluth abzulöschen.

Allgemeine Vorschrift ist, daß während der Fahrt durch Ortschaften, über hölzerne Brücken, beim Vorüberfahren an feuergefährlichen und leicht entzündlichen Gegenständen das Nachfeuern und Schüren des Feuers vermieden, die Wirkung des Blasrohres gemäßigt und die Aschenkastenklappe geschlossen werde. Bei Nacht ist den Funkenfängern erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Wahrnehmungen, welche während der Fahrt über Anhäufung von feuergefährlichen Gegenständen an der Bahn gemacht werden, sind in der nächsten Station dem betreffenden Organe zur Kenntniß zu bringen.

Für die Abgabe von Achtungspfiffen bestehen in den verschiedenen Ländern verschiedene Vorschriften, so daß wir specielle Angaben uns erlassen können. Ziemlich allgemein gebräuchlich sind Achtungspfiffe bei Wahrnehmung von Vorgängen auf dem Bahnplanum (Anwesenheit von Menschen, Thieren, Fuhrwerken), bei der Fahrt durch Krümmungen in Einschnitten, durch Tunnels, im Falle der Behinderung der Fernsicht durch klimatische Einflüsse (Schneetreiben, Nebel), bei Begegnung eines Gegenzuges, bei zweifelhafter Stellung eines Streckensignales oder sonstigen verdächtigen Vorkommnissen.

Auf Bahnen, deren Wagen mit durchgehenden Bremsen nicht versehen sind, wird das Signal zum Bremsen und Entbremsen gleichfalls mittelst der Locomotivpfeife gegeben. Erfolgt das Nothsignal vom Zuge aus, so hat sich der Führer durch Umsehen zu informiren, ob er den Zug ungesäumt oder mit Anwendung entsprechender Vorsicht anzuhalten habe; denn unter Umständen kann das augenblickliche Anhalten gefährlicher werden als das Nichthalten. Es wäre dies der Fall, wenn Wagen sich vom Zuge getrennt haben sollten, die beim plötzlichen Anhalten heftig an den vordern Theil des Zuges anstoßen würden; oder wenn ein Wagen im vordern Theil des Zuges in Folge Achs-, Radreifen- oder Federbruches niedergesunken wäre, in welchem Falle bei plötzlichem Anhalten die nachfolgenden Wagen auf den schadhaften aufsteigen und noch größere Beschädigungen verursachen würden. In gewöhnlichen Fällen hat der Führer das Anhalten des Zuges durch Mäßigung der Geschwindigkeit mittelst allmählicher Schließung des Regulators und Bethätigung der Bremsen zu bewerkstelligen. Nur in Nothfällen und wenn die Weiterfahrt mit Gefahr verbunden wäre, darf durch Rückwärtsstellung der Steuerung plötzlich angehalten werden. Das Abblasen des Dampfes durch die Sicherheits-

ventile wird durch Schließung der Aschenkastenklappe und, wo zulässig, durch Zurücklassen des Dampfes in das Tenderwasser zu vermeiden sein.

Wenn die Last eines Zuges zu groß ist, oder in Folge örtlicher Verhältnisse (starke Steigungen) ein Zug mit normaler Belastung nicht befördert werden könnte, wird zu der Zugsmaschine noch eine Hilfsmaschine zur Dienstleistung herangezogen werden. Die letztere kann in diesem Falle entweder als Vorspann oder zum Nachschub benützt werden. Letzterer soll niemals bei solchen Zügen stattfinden, welche Personen befördern. Ferner sollen Güterzügen, denen nachgeschoben werden muß, Wagen, welche derart beladen (z. B. mit Langholz) oder miteinander verbunden sind, daß sich die Puffer nicht berühren können, nicht beigegeben werden. Ferner dürfen Schiebemaschinen nie an den Zug angekuppelt werden. Bei Ingangsetzung des Zuges gilt ziemlich allgemein die Vorschrift, daß zuerst die Schiebemaschine durch den Achtungspfiff das Abfahrtssignal und gleich nachher vorsichtig Dampf giebt. Sowie der Führer der Zugsmaschine aus der Bewegung der rückwärtigen Wagen ersieht, daß der Nachschub erfolgt ist, giebt er seinerseits das Achtungssignal und setzt seine Locomotive in Gang.

Während der Fahrt muß eine möglichst gleiche Geschwindigkeit eingehalten werden, worauf beide Führer, vornehmlich aber jener an der Spitze des Zuges, zu achten haben. In erhöhtem Maße gilt dies bei Uebergängen von einer starken Steigung in eine sanftere. Wird in diesem Sinne gefahren, dann wird sich die Schiebemaschine vom Zuge nicht trennen. Für den Fall, daß es dennoch geschehen sollte, hat die Schiebemaschine dem Zuge vorsichtig zu folgen und sich an diesen wieder anzulegen, vorausgesetzt, daß dies ohne heftigem Anstoßen möglich ist. Im anderen Falle — besonders wenn die Fernsicht gehemmt ist oder andere Hindernisse sich ergeben — hat der Führer der Schiebemaschine das Bremssignal zu geben, worauf seitens des Zugbegleitungspersonales das Haltsignal zu erfolgen hat. Steht der Zug still, so legt sich die Schiebemaschine an denselben an und nun spielt sich derselbe Vorgang ab, wie bei der ersten Ingangsetzung. Sollte der Führer der Schiebemaschine ein Gefahrsmoment am Zuge wahrnehmen, so hat er unverzüglich anzuhalten, und gleichzeitig das Bremssignal zu geben. Desgleichen hat die Schiebemaschine sofort anzuhalten, wenn seitens der Zugsmaschine das Gefahrs- oder Bremssignal erfolgt. Zugleich ist der Führer der Schiebemaschine gehalten, das betreffende Signal zu quittiren, d. h. zu wiederholen. Findet der Zugsführer Anlaß, den Zug anzuhalten, so hat er das diesbezügliche Signal zuerst dem Führer der Schiebemaschine und hierauf erst jenem der Zugsmaschine zukommen zu lassen.

Nähert sich der Zug einer Station, so hat der Führer der Schiebemaschine die Geschwindigkeit allmählich zu mäßigen und sich an den speciell für jede Station hierzu bestimmten Punkte vom Zuge zu trennen, worauf sie diesem vorsichtig und in entsprechender Entfernung folgt. Beim Stillhalten des Zuges nimmt die Schiebemaschine auf eingeleisigen Bahnen ihren Standpunkt entweder hinter dem Zuge, und zwar innerhalb der Sicherheitsmarke (vgl. Seite 216), oder auf einem vom

dienstthuenden Stationsbeamten besonders bezeichneten Geleise. In Stationen doppelgeleisiger Bahnen verbleibt die Schiebemaschine hinter dem Zuge, es wäre denn, daß andere Verfügungen getroffen würden.

Bei Fortsetzung der Fahrt wiederholt sich der eingangs beschriebene Vorgang. Läuft der Dienst der Schiebemaschine in freier Bahn ab, so trennt sie sich vom Zuge und fährt demselben entweder nach oder sie kehrt in die Station zurück, je nachdem die Bestimmung lautet. Im ersteren Falle muß die Maschine so lange warten, bis der Zug in die nächste Blocksection eingefahren ist; gleichzeitig wird erstere nach rückwärts gedeckt. Soll die Maschine in die Station zurückkehren, so wird sie gleichfalls nach rückwärts gedeckt und tritt hierauf — in Berücksichtigung, daß der Zug die nächste Station bereits erreicht habe — nach erfolgter Signalisirung seitens des Wächters die Rückfahrt an. Zur Erhöhung der Sicherheit wird die vorliegende Station gleich nach Abfahrt des Zuges in der Fahrtrichtung gesperrt und so lange gesperrt gehalten, bis die Schiebemaschine von der Strecke zurückgekehrt ist. Sollte während der Fahrt die Zugsmaschine untauglich werden, so ist das Herbeiholen einer Hilfsmaschine von rückwärts, d. h. die Weiterbeförderung des Zuges mit zwei Schiebemaschinen zu vermeiden. Wird hingegen die Schiebemaschine untauglich, so kann der in zwei Theile getrennte Zug von der Zugsmaschine in zwei Fahrten in die Station gebracht werden.

Wird die Hilfsmaschine als Vorspann benützt, so hat der Führer der an der Spitze des Zuges befindlichen Maschine den Gang des Zuges zu regeln und die erforderlichen Signale zu geben. Der Führer der zweiten Maschine hat sich nach dem Führer der vorderen Maschine zu richten und auf dessen Manipulationen zu achten. Bei der Abfahrt hat der Führer der ersten Locomotive dieselbe zuerst in Bewegung zu setzen und darf der zweite Führer erst Dampf geben, wenn die vordere Maschine angezogen und die Zugvorrichtung sich gespannt hat. Gleichzeitig dürfen die Maschinen in keinem Falle in Gang gesetzt werden.

Während der Fahrt haben zwar beide Führer auf alle Vorkommnisse auf der Strecke zu achten, doch haben im Bedarfsfalle die zu treffenden Maßnahmen (Bremsen, Anhalten des Zuges ꝛc.) vom ersten Führer auszugehen, der sie durch Zeichen dem zweiten Führer übermittelt. Hingegen werden vom Zugbegleitungspersonale ausgehende Signale zuerst vom zweiten Führer empfangen und von diesem dem ersteren übermittelt. Desgleichen hat bei Annäherung an die Stationen die zweite Maschine zuerst den Dampf abzustellen.

Besondere Vorsicht erfordert das Fahren mit zwei Maschinen durch Curven. Das plötzliche Mäßigen der Geschwindigkeit beziehungsweise unvermittelte Uebergehen zur vollen Geschwindigkeit ist in Curven überhaupt zu vermeiden, umsomehr beim Fahren mit zwei Maschinen. Ist die Dienstleistung der Vorspannmaschine abgelaufen, fährt sie jedoch mit dem Zuge weiter, um entweder in die Heimatstation zurückzukehren, oder in der nächsten Station bei einem Gegenzuge Vorspannsdienste zu leisten, so hat dieselbe als »leer am Zuge befindliche Maschine« zu

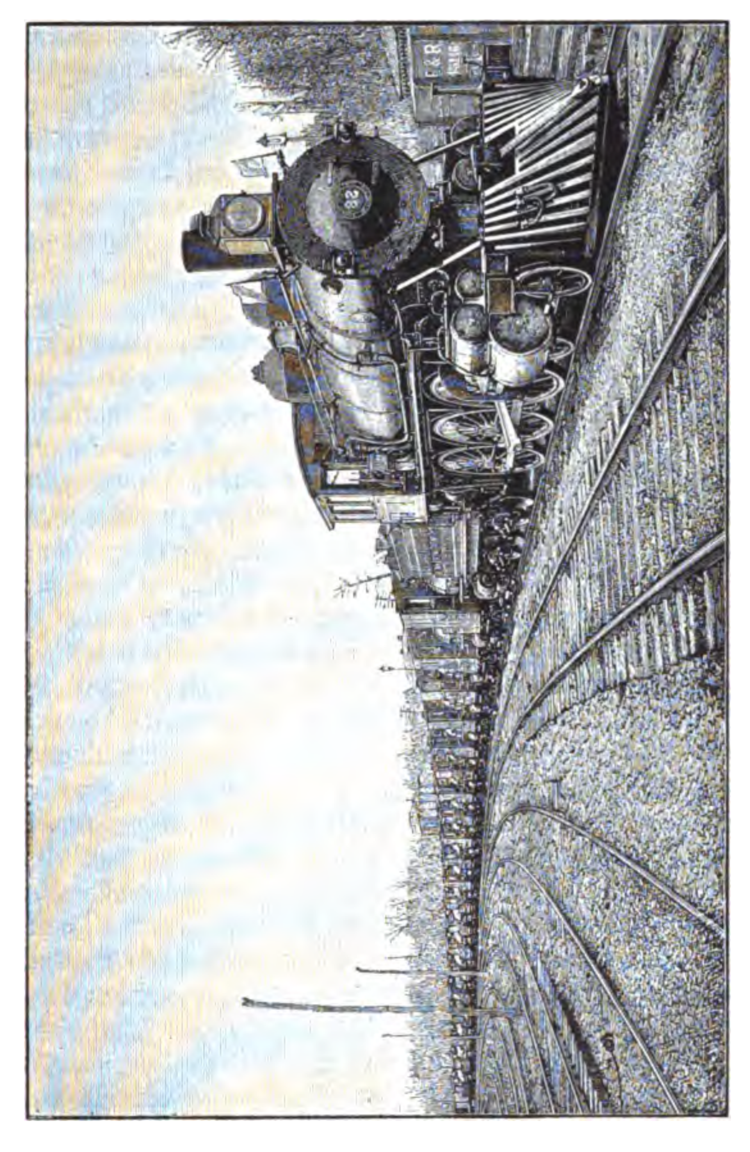
gelten, muß also in der letzten Station hinter die Zugsmaschine gestellt werden. Die gleiche Disposition ist in dem Falle zu treffen, wenn die Vorspannmaschine mit dem Tender vorangestellt ist. Das Fahren mit dem Tender voran ist überhaupt nur auf Verbindungsbahnen und kurzen Localstrecken zulässig.

Nun noch einige Worte über die Hilfsmaschine als solche. Dieselbe wird den in gewissen Stationen befindlichen sogenannten Reservemaschinen entnommen. Sie müssen entweder zu einer bestimmten Zeit oder während der ganzen Dauer eines Tages geheizt sein, um gegebenen Falles die vorbesprochene Vorspanns- oder Nachschubdienstleistung bewirken zu können, beziehungsweise im Falle einer Hilfsaction bei der Hand zu sein. Längstens 10 Minuten nach eingelangter Ordre soll die Maschine befähigt sein, die Fahrt anzutreten. Sie wird von einem Organe des Verkehrsdienstes begleitet, das alle nothwendigen Anordnungen bezüglich der Fahrgeschwindigkeit, Unterbrechung der Fahrt u. s. w. trifft, und welchem sich der Führer unbedingt zu fügen hat. Als einzelne Maschine darf die Hilfsmaschine die kürzeste Fahrzeit für Personenzüge einhalten, es wäre denn, sie führe mit dem Tender voran, in welchem Falle die normale Personenzug-Fahrzeit einzuhalten ist. Ferner hat sich die Hilfsmaschine streng nach den von den Blockstationen gegebenen Signalen zu halten. Das Durchfahren der Stationen ist nicht zulässig. Sollte eine telegraphische Verständigung nicht möglich sein, so steht die Hilfsmaschine allen Zügen im Range nach.

Mitunter kommt es vor, daß eine Maschine im halbwarmen oder kalten Zustande mit Zügen befördert wird. In diesem Falle ist die Maschine, wenn sie sich im halbwarmen Zustande befindet, mit dem Maschinenpersonale besetzt zu halten und hat dasselbe bezüglich des Sicherheitsdienstes auf der Strecke die gleichen Obliegenheiten wie bei gewöhnlichen Fahrten. Bei kalten Fahrten hingegen kann der Führer der betreffenden Maschine vom Mitfahren dispensirt werden. Eine kalt vorfahrende Maschine sollte bei keinem Zuge geduldet werden, desgleichen ist deren Mitnahme durch Schnellzüge unzulässig. Bei Maschinenzügen pflegt man zwischen der zweiten und dritten Maschine, desgleichen zwischen der dritten und vierten u. s. w. je einen vollbeladenen Wagen einzuschalten. Indes verkehren, insbesondere auf amerikanischen Bahnen, Maschinenzüge auch ohne Beachtung dieses Arrangements. Es ist noch zu erwähnen, daß bei kalt verkehrenden Locomotiven die Leitstangen abgenommen oder ausgelöst und auf dem dazu angebrachten Bügel sicher aufgehängt oder im Führerstande untergebracht, die Steuerung ausgerückt und die Cylinderhähne geöffnet werden. Besondere Vorsichten sind gegen das Einfrieren zu beobachten. Das Wasser muß entweder aus allen Röhren und Schläuchen, sowie aus dem Tender abgelassen werden, oder es ist nach Umständen Feuer in der Maschine zu halten, um das Wasser im Kessel anzuwärmen; bis zur Dampfbildung darf es aber niemals kommen.

Für außergewöhnliche Vorfälle auf der Strecke bei normalmäßig verkehrenden Zügen bestehen verschiedene Vorschriften, welche sich einerseits nach der dies-

bezüglich in Kraft stehenden Signalordnung, anderseits darnach richten, ob eine Bahnlinie überhaupt mit allen erforderlichen Signalmitteln ausgerüstet ist, oder nur unvollkommen oder gar nicht. Bei halbwegs vorgeschrittenen Sicherungsein-



Ein Zug von Compound-Locomotiven.

richtungen werden etwa folgende Bestimmungen Giltigkeit haben.... Bleibt ein Zug auf der Strecke liegen, beziehungsweise kann wegen übermäßiger Belastung der complete Zug nicht weiterfahren, so ist er zu theilen und in Abtheilungen in die Station zu bringen, indem die dienstthuende Maschine sich auf die Strecke

zurückbegiebt und den stehengelassenen Zugstheil einholt. Dieser selbst ist während dieses Vorganges nach rückwärts entsprechend zu decken. Die Fortsetzung der Fahrt mit dem einen Zugstheile kann indes nur nach erfolgter Verständigung mit der vorliegenden Station stattfinden. Ist eine Correspondenz nicht möglich, so kann die Fahrt unter Anwendung der größten Vorsicht (Voraussendung eines Boten angetreten werden. Zwischen dem mit Hand- und Knallsignalen ausgerüsteten Boten und dem Zuge soll eine Entfernung von mindestens einem Kilometer bestehen. Bei der Rückfahrt der leeren Maschine müssen die Signale auf derselben entsprechend gestellt und während der Fahrt selbst die größte Vorsicht beachtet werden, insbesondere bei trübem Wetter und zur Nachtzeit. Bei Annäherung an die Stelle, wo der zurückgebliebene Zugstheil liegt, ist diese Vorsicht selbstverständlich in erhöhtem Maße zu üben.

Kann ein auf der Strecke liegender Zug in Folge eines Defectes an der Maschine oder den Wagen, beziehungsweise an der Bahn überhaupt, nicht weiterfahren, so muß derselbe — wenn eine Blockeinrichtung nicht bestehen sollte — in geeigneter Weise nach vor- oder rückwärts gedeckt werden. Sodann hat der Zugsführer die Einstellung der Fahrt mittelst des Liniensignales anzuzeigen und kurz hierauf das Hilfssignal abzugeben, welches von der angerufenen Station quittirt wird. Ist eine Correspondenz nicht möglich, so hat der Zugsführer ein schriftliches Aviso durch das Streckenpersonale eiligst an die nächstliegende Telegraphenstation zu übermitteln. Ist die Maschine nicht beschädigt, so kann dieselbe unter Anwendung geeigneter Vorsichtsmaßregeln die Ueberbringung des Avisos besorgen.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß der die Weiterfahrt behindernde Zwischenfall früher beseitigt wird, ehe noch die Hilfsmaschine eintrifft. Hierbei kann in verschiedener Weise vorgegangen werden, je nach Maßgabe der vorhandenen Signalmittel. Bei einem vollkommenen Blocksystem sind die Manipulationen verhältnißmäßig einfach und sicher und ergeben sich aus den diesbezüglichen Vorschriften. Beschränken sich die Signalmittel auf das gewöhnliche durchgehende Liniensignal, so wird dasselbe für die Correspondenz benützt und die Weiterfahrt angetreten, ohne die Hilfe abzuwarten. Bei dichtem Nebel oder sonstigen ungünstigen atmosphärischen Zuständen, desgleichen bei Nacht, muß indes die Fahrt sehr vorsichtig geschehen und seitens des Maschinenführers vor jedem Wächterhause das Achtungssignal gegeben werden. Ist aber eine Verständigung auf dem Correspondenzwege überhaupt nicht möglich, so hat in der Richtung der Fahrt ein mit Hand- und Knallsignalen ausgerüsteter Bediensteter in einer Entfernung von etwa 1000 Meter vorauszugehen, um die Hilfsmaschine anzuhalten und zur Rückfahrt zu veranlassen. Erfolgt die Hilfeleistung von rückwärts, so hat der Führer des weiterfahrenden Zuges eine entsprechende Weisung für den Führer der gerufenen Hilfsmaschine beim nächst zugänglichen Streckenwärter zurückzulassen. Das Aviso kann entweder die Bestimmung enthalten, daß die Hilfsmaschine dem Zuge folgen solle, um bei Eintritt eines neuerlichen Gebrechens bei der Hand zu sein, oder

daß sie in die Heimatstation zurückkehren könne. Im ersteren Falle treten für die Hilfsmaschine die diesbezüglichen Vorsichtsmaßregeln in Kraft, im Falle der Rückfahrt die weiter oben erläuterten Bestimmungen für Nachschubmaschinen.

Abstrahiren wir nun von all' den vorstehend geschilderten Möglichkeiten und denken wir uns einen Zug unter gewöhnlichen Verhältnissen auf der Fahrt begriffen, so ergiebt sich die normalmäßige Unterbrechung der Fahrt von den für jede Zugsgattung festgesetzten Haltepunkten oder Stationen. Bei der Annäherung an eine Station hat das Maschinenpersonale seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die Stellung des letzten Block- beziehungsweise Stations-Deckungs-(Distanz-) Signals zu richten. Steht das letztere auf »Halt«, so sollte principiell über dasselbe nicht hinausgefahren werden, doch ist dies unter Umständen zulässig, wenn dem Führer hierzu die Erlaubniß ertheilt wird. Selbstverständlich darf die Weiterfahrt nur ganz langsam erfolgen. Ist der Zug angehalten worden und setzt er nach Freigebung der Strecke die Fahrt wieder fort, so hat der Führer mittelst der Dampfpfeife den Achtungspfiff zu geben, desgleichen bei der Stellung des Distanzsignals auf »Frei«, wenn die Maschine dasselbe erreicht hat.

Beim Einfahren in die Stationen wurde vor Einführung der Central-Weichenstellwerke strenge darauf gehalten, daß die Geschwindigkeit möglichst früh herabgemindert und das Fahren über die Wechsel mit gebremsten Rädern vermieden wurde. Jetzt ist man in dieser Richtung weniger scrupulös und mäßigen die Züge — insbesondere die schnellfahrenden — die Geschwindigkeit erst im letzten Augenblicke, wobei von den durchgehenden Bremsen in einer den Mitreisenden ziemlich fühlbaren Weise Gebrauch gemacht wird. Wo noch die alten Einrichtungen bestehen, hat der Maschinenführer zu trachten, die erforderliche langsame Einfahrt in die Station durch Absperren des Dampfes schon in entsprechender Entfernung von der Station und durch Inanspruchnahme der Wagenbremsen zu erreichen.

Demgemäß ist das Zugspersonale gehalten, vor der Einfahrt in eine Station immer des Bremssignales gewärtig zu sein und demselben unverzüglich Folge zu leisten. Was das Bremsen selbst anbelangt, soll dasselbe nicht so geschehen, daß die Räder feststehen und auf den Schienen fortschleifen; ferner soll die Fahrt über schadhafte Objecte, hölzerne Brücken, Bahnkreuzungen und Wechsel nur mit ungebremsten Rädern geschehen. Dementsprechend ist der Führer gehalten, von der Fahrt über Ausweichvorrichtungen u. dgl. das Signal zum Loslassen der Bremsen zu geben. Bei Nebel, Glatteis, bei feuchten Schienen u. s. w. werden die Bremsen der Natur der Sache nach viel weniger wirksam, als unter normalen Verhältnissen. In Berücksichtigung dieses Sachverhaltes hat der Führer (sowie auf der Fahrt in starken Gefällen) beim Mäßigen der Geschwindigkeit beziehungsweise beim Anhalten die erforderlichen Maßregeln früher als sonst in Anwendung zu bringen. Unter keiner Bedingung sollte ein Zug durch den eigenen Nachschub in die Station gelangen, sondern derselbe nach Hemmung der innegehabten Geschwindigkeit mittelst Dampfanwendung hineingeführt werden. Dadurch hat der Führer den Zug in

seiner Gewalt und es wird ersterem leichter, den letzteren im Falle unvorhergesehener Hindernisse sofort anzuhalten. Bei Anwendung der durchgehenden Bremsen liegt allerdings die Verlockung nahe, auf die Sicherheit, welche diese Vorrichtung gewährt, zu sündigen.

Die Fahrt über die Weichen ist jetzt, in Anbetracht der absoluten Sicherheit der Centralstellwerke und ihrer Controlvorrichtungen, nicht mehr so umständlich, wie es früher war und wie es noch überall dort der Fall ist, wo diese Einrichtungen fehlen. Nach den alten Bestimmungen hatte der Führer vor dem Einfahrtswechsel zu halten, wenn der Zug auf ein anderes als das für ihn bestimmte und zur regelmäßigen Einfahrt normirte Geleise einfahren sollte, sofern der Führer in der vorhergehenden Station nicht entsprechend informirt worden war. Andere Bestimmungen waren, daß bei der Fahrt über Weichen die Geschwindigkeit 20 Stunden-Kilometer, bei Weichen, »welche gegen die Spitze« befahren werden müssen (vgl. Seite 204), aber in der Geraden liegen, die Geschwindigkeit 25 Stunden-Kilometer zu betragen habe u. dgl. m.

Das Durchfahren der Stationen ist selbstverständlich nur solchen Zügen gestattet, welche fahrplanmäßig in denselben nicht zu halten haben, also den beschleunigten Personen- und Eilzügen, den Eilgüterzügen und Extrazügen u. s. w. Principiell sollte jede Stationsdurchfahrt mit gemäßigter Geschwindigkeit bewerkstelligt werden, indes wird vielfach hiervon Umgang genommen und durchfahren insbesondere die Schnellzüge mitunter die Stationen ohne Aufenthalt nicht nur mit der ihnen zukommenden Geschwindigkeit, sondern sogar mit einer größeren. Es hängt dies von der Lage der Bahngeleise zum Streckengeleise, sodann von gewissen Weichenconstructionen und anderen Umständen ab. Auch der Rang der Durchfahrtsstationen ist entscheidend, indem kleinere Haltepunkte dieser Art oft nur ein, höchstens zwei durch keine Fahrzeuge besetzte Nebengeleise besitzen.

Bei der Einfahrt in die Station hat der Führer darauf zu achten, daß er den Zug ohne Stöße an dem vorbestimmten Punkte des Stationsgeleises zum Stillstande bringe. Ist es nothwendig, hinterher die Maschine etwas in Bewegung zu setzen, um z. B. die richige Stelle für das Wassernehmen zu erreichen, so ist das Zugbegleitungspersonale durch die Dampfpfeife zu verständigen. Ist aber eine größere Bewegung nach vorwärts nothwendig, so muß die Maschine abgekuppelt werden.

Die Zeit des Anhaltens muß zur Vornahme aller für die Weiterfahrt nothwendigen Vorrichtungen benützt werden. Die Einnahme von Wasser und Brennmaterial erfolgt normalmäßig in den hierfür bestimmten Haltepunkten. Zu den Vorrichtungen, welche in jeder Haltestation vorgenommen werden, vorausgesetzt, daß die Wartezeit dies überhaupt gestattet, gehören die Untersuchungen an Maschine und Tender und einige andere mit der Instandhaltung des Fahrapparates verbundene Manipulationen. An der Maschine sind alle sich drehenden und reibenden Theile zu untersuchen, insbesondere die Achslager, die Leit- und Kuppelstangen und

überhaupt alle beweglichen Bestandtheile, deren Verbindung, Schließen, Splinte, Stellschrauben, Keile, Muttern, Bolzen u. s. w. Das gleiche Augenmerk ist auf den Zustand der Radreifen, Federn, Gehänge und sonstigen Theile zu legen. Sind Nachschmierungen nöthig, so müssen sie vorgenommen werden. Bei allen diesen Manipulationen hat der Heizer den Führer zu assistiren und die ihm zukommenden Weisungen zu befolgen.

Das Ausräumen der Gluth aus dem Aschen- und Rauchkasten wird durch das Stationspersonale auf Verlangen und nach Weisung des Führers vorgenommen und soll stets über dem Ausgußcanale geschehen, darf aber unter keiner Bedingung auf einer Weiche vorgenommen werden. Behutsam ist bei Auflockerung des Feuers und der Freimachung des Rostes von den Schlacken vorzugehen. Alle diese Manipulationen haben möglichst rasch, dabei aber ruhig vorgenommen zu werden, die dienstlichen Mittheilungen haben ohne Lärm und überflüssigen Wortaufwand stattzufinden.

Trifft ein Zug in einer Station ein, in welcher die Locomotive gewechselt wird, so kann bei Annäherung an dieselbe — vorausgesetzt, daß nicht sogleich beim Eintreffen in der Wechselstation die Maschine zu weiterer Dienstleistung verwendet wird — die Feuerung ermäßigt werden, jedoch keineswegs in dem Maße, daß etwa der Rost blosgelegt würde, da dies den Siederohren Schaden zufügen könnte. Der Wasserstand im Kessel muß entsprechend hoch gehalten werden. Auch darf kein Dampfmangel vorkommen, so daß die Locomotive anstandslos die Fahrt zur Drehscheibe, zur Brennstoffabfassung und ins Heizhaus bewirken, beziehungsweise etwa erforderliche Verschiebungen vornehmen könne. Sofort nach dem Anhalten des Zuges wird die Maschine sammt Tender von der Garnitur abgekuppelt und die erstere außer Dienst gestellt, beziehungsweise ihr für weitere Dienstleistungen der Aufstellungsort angewiesen.

Erfolgt die weitere Dienstleistung nicht später als nach Verlauf einer Stunde, so muß — bei gleichzeitiger Innehaltung eines mäßigen Dampfdruckes — die Feuerung herabgemindert werden. Je nach Erforderniß ist die Maschine auf der Drehscheibe umzukehren, mit Brennmaterial und Wasser zu versorgen, zu reinigen und überhaupt ordnungsmäßig wieder in Dienst zu stellen. Erst wenn alle Vorrichtungen zur neuerlichen Ingangsetzung der Maschine beendigt sind, kann das Maschinenpersonale abwechselnd die Maschine zur nöthigen Erholung verlassen. Ganz ohne Aufsicht darf eine Locomotive selbstverständlich nicht gelassen werden.

Hat eine Locomotive mit dem Eintreffen in der Wechselstation ihre Dienstleistung beendet, so muß das Feuer ausgeräumt und die Gluth unter Beobachtung der gegen Feuersgefahr nothwendigen Vorsichtsmaßregeln gelöscht werden. Das Ausräumen hat immer über dem Putzcanal stattzufinden. Bei Wind wird die ausgeräumte Gluth mit Wasser abgelöscht. Um das plötzliche Abkühlen des Kessels zu verhüten, dürfen nach Beseitigung des Feuers die Rauchkammer und Heizthüre nicht offen gelassen werden und muß die Aschenkastenklappe geschlossen werden.

Hierauf wird die Locomotive umgedreht, mit Brennmaterial und Wasser versorgt und auf den ihr im Heizhause angewiesenen Platz gebracht. Unter Umständen erfolgt eine nochmalige Revision der Maschine, beziehungsweise unter Hinzuziehung der betreffenden Organe die Feststellung etwaiger Gebrechen, welche mit thunlichster Beschleunigung zu beseitigen sind.

* * *

Postambulancen.

Eine der wichtigsten Manipulationen des Fahrdienstes der Eisenbahnen ist die Besorgung beziehungsweise Abwickelung der Postsendungen. Unbestritten ist, daß die Bahnposten heutzutage die Pulsadern des Weltverkehres bilden. Durch erstere wird es allgemein möglich, daß die zur Beförderung gelangenden Brief- und Packetsendungen ohne Aufenthalt auf den Zwischenstationen an ihre Bestimmung gelangen. Während die Eisenbahnzüge im Fluge dahineilen, ist das Postpersonale der sogenannten »Ambulancen« ununterbrochen, Tag und Nacht, in angestrengtester Thätigkeit, um mit seinen Arbeiten, die keinen Aufschub dulden, sondern bei Ankunft in jeder Station pünktlich erledigt werden müssen, dem Fluge des Dampfrosses zu folgen.

Auf jeder Station wird ein Theil der während der Fahrt bearbeiteten Sendungen abgegeben, auf jeder Station tritt aber auch neuer Zuwachs ein; bald ist der Abgang, bald der Zugang umfangreicher, immer jedoch und unaufhaltsam drängt die Arbeit. Besonders umfangreich gestalten sich die Manipulationen bei Bahnen großer Ausdehnung beziehungsweise bei durchgehenden Zügen. So sind beispielsweise auf einer einzigen Fahrt zwischen Köln und Verviers (es ist dies die dem Postverkehr zwischen Deutschland und England dienende Linie) über 80.000 Briefe und Kreuzbandsendungen und zugleich über 1000 eingeschriebene Sendungen zu sortiren, zu verpacken, und was letztere Sendungen anbelangt, Stück für Stück einzutragen.

Im durchgehenden Verkehr, vornehmlich auf internationalen Strecken, erreicht die Zahl der zu behandelnden Poststücke mitunter eine ganz erstaunliche Höhe. Die sogenannte »Indische Ueberlandpost«, welche — so weit die Beförderung auf der Schiene in Betracht kommt — ihren Weg von Calais über Paris nach Brindisi nimmt, umfaßt mitunter 800 Postsäcke, woraus sich eine Gesammtzahl pro Jahr von über 20.000 Postsäcken ergiebt, da die indische Ueberlandpost circa alle vierzehn Tage abgefertigt wird. Um diese enormen Mengen müssen vielfach Extra-Postzüge eingeleitet werden, und beträgt die Zahl derselben in manchem Jahre zwischen 180 bis 200.

Der Andrang der Postsendungen bei dichtem Verkehre hat die Einleitung eigener Postzüge — mit welchen nur Postsachen und keine Passagiere befördert werden — nothwendig gemacht. Den Anfang machten die englischen Bahnen, und

viele große continentale Bahnen diese zweckmäßige Einrichtung nachgeahmt.
ie Züge bestehen aus mehreren Postambulancewagen oder aus einem solchen
einer Anzahl von Gepäckswagen. In England, wo die Postanstalten nur ganz



Postambulanz eines Expreßzuges.

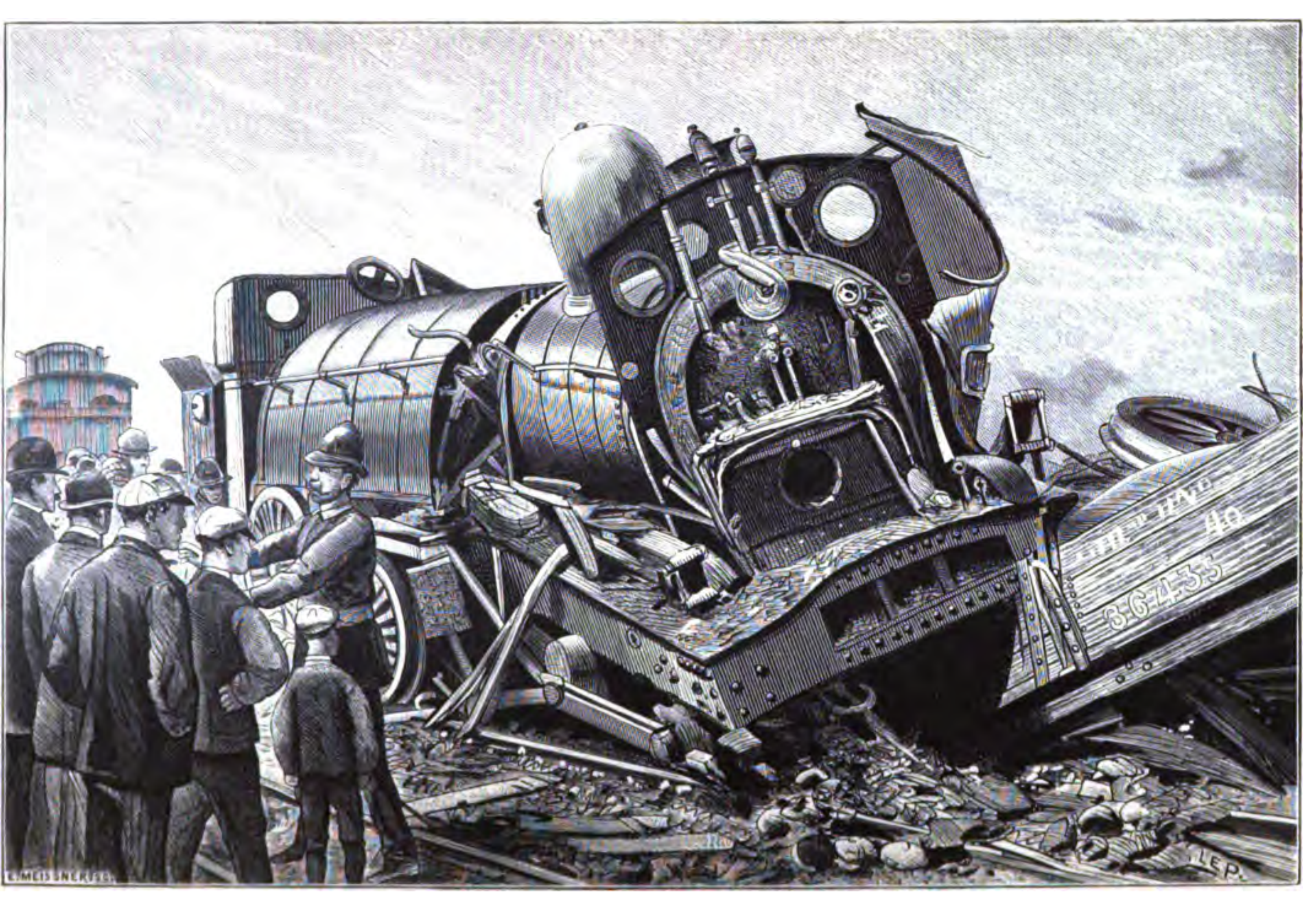
ne Packete von bestimmter Größe und Gewicht zur Beförderung annehmen,
ehen die Postzüge nur aus Ambulancewagen. Für das Reisegepäck — welches
Natur der Sache nach nicht zu den Postsendungen gehört — bestehen in den
schiedenen Ländern abweichende Einrichtungen. Auf dem Continente gewähren

manche Bahnen den Reisenden Freigewicht, manche gar keines. In England ist das Freigewicht sehr bedeutend, in Amerika besteht zwar die Vorschrift, daß jedem Reisenden nur 45 Kilogramm Freigewicht zugestanden werde, doch wird dieselbe so wenig beachtet, daß man beinahe nie zur Abwage des aufzugebenden Gepäckes schreitet. Nur wenn eine allzu auffällige Ueberschreitung des Freigewichtes zu constatiren ist, wird eine Aufzahluug für Uebergewicht verlangt.

Auf den englischen Eisenbahnen richtet sich das Freigewicht nach der Wagenclasse, und zwar wird den Reisenden I. Classe das doppelte Freigewicht gegenüber demjenigen der III. Classe gewährt. Es besteht ferner die Einrichtung, daß Packete nicht nur mit den gewöhnlichen Personenzügen, sondern auch mit eigenen Packwagenzügen (Parcels trains) befördert werden, und wird bei dieser Art von Beförderung nur die halbe Gebühr eingehoben. An Sonntagen verkehren keine Packwagenzüge.

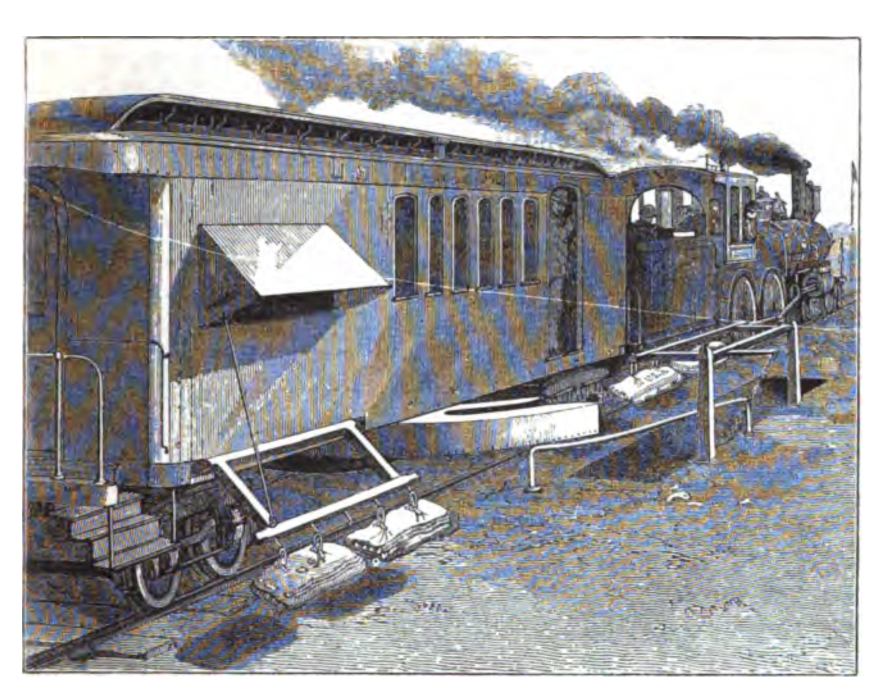
Bei den weiter oben erwähnten Post-Expreßzügen bestehen auf englischen und amerikanischen Bahnen Einrichtungen, welche es ermöglichen, die Aufnahme und Abgabe der Poststücke auch in solchen Stationen, welche von den Post-Expreßzügen ohne Aufenthalt durchfahren werden, bewerkstelligen zu können. Die Vorrichtungen hierzu sind verschiedener Art, doch laufen sie alle auf das gleiche Princip hinaus. Auf englischen Bahnen ist die Einrichtung wie folgt getroffen. Die zur Abgabe für Stationen, welche der Post-Extrazug durchfährt, bestimmten Postsendungen werden in eine starke, mit einem eisernen Ringe versehene Tasche untergebracht und die letztere an die an einem eisernen Hebelarm angebrachte automatische Zange gehängt. Der Hebelarm ist am Fußboden des Postwagens in unmittelbarer Nähe der Seitenthüre befestigt und läßt sich bei geöffneter Thüre mittelst Charnieren bequem aus dem Wagen legen.

Am obersten Ende des Hebels befindet sich eine bewegliche Auslösevorrichtung, welche beim Anschlagen an einen festen Gegenstand die automatische Zange öffnet und damit das Herabfallen der Posttasche bewirkt. In der betreffenden Station, welche der Postzug durchfährt, ist ein mit einem eisernen Ansatze versehener Pflock derart neben dem Geleise angebracht, daß die bewegliche Auslösevorrichtung des aus dem Wagen reichenden Hebelarmes, an welchem die Posttasche hängt, unbedingt anstoßen muß.... Conform dieser Einrichtung für die Abgabe der Postbeutel ist jene zur Aufnahme derselben. Auf einem höheren neben dem Geleise stehenden, mit einem eisernen Querriegel versehenen Pflock wird die Tasche mit ihrem Ringe angebracht, und zwar an der am Ende des Querriegels befindlichen, mit der automatischen Auslösung versehenen Zange. An der Seite des Postwagens hängt ein in einem eisernen Rahmen gespanntes Fangnetz, welches ein Vorbeifahren an die vorerwähnte Zange beziehungsweise an deren Auslösevorrichtung stößt, wodurch der Postbeutel in das Netz fällt. Ist die Ab- und Aufgabe der Postbeutel erfolgt, so werden vom Postwagen aus Hebelarm und Fangnetz wieder eingezogen.



Zusammenstoß bei Tauton (Strecke Bristol—Exeter) am 11. Nov. 1890.

Auf amerikanischen Eisenbahnen sind mehrere derartige Einrichtungen praktisch verwerthet worden. Eine derselben besteht in folgender Anordnung. An einem dicht neben dem Geleise stehenden Pfahl ist der Postbeutel an einem flachen, mit seiner Oeffnung in die Fahrtrichtung gestellten Haken aufgehängt. An der Thüre des Postwagens ist ein schwacher Balken horizontal und in Brusthöhe angebracht, an dessen Außenseite ein etwas abstehender Theil drehbar befestigt ist, so daß die beiden horizontal nach vorne und rückwärts ausgreifenden Arme desselben vom Wagen aus mittelst eines Handgriffes gehoben und gesenkt werden können. Bei



Postabfertigung (Abgabe und Aufnahme der Briefbeutel) während der Fahrt.

der Vorüberfahrt des Zuges gelangt der nach vorne stehende Arm innerhalb des Tragriemens der an dem Haken des Pfahles hängenden Tasche, wodurch dieselbe von jenem abgestreift wird. Durch die rasche Drehung des horizontalen Doppelarmes wird der vordere Arm, an welchem die Tasche nun hängt, gehoben und so das Abgleiten verhütet. Zugleich wird der rückwärtige Arm durch diese Bewegung gesenkt und der daran hängende Postbeutel fällt zu Boden.

Sinnreicher ist die hier abgebildete Anordnung. Wir erblicken unter dem Postwagen eine cylindrische, nach vorne offene Kammer, welche die Postbeutel der Station aufnimmt; wir sehen ferner die vom Zuge abzugebenden Packete an dem aus dem Wagen vorgelegten Gestelle an Haken hängen, von welchen sie durch ein Fanggitter abgestreift werden, um in die Vertiefung neben dem Geleise zu fallen.

Die aufzunehmenden Packete hängen an einem galgenförmigen Gestelle und werden von ihren Haken abgestoßen, sobald die vorstehende Kammer mit ihrer muschelförmigen Oeffnung an dieselben stoßt. Nach bewirkter Ab- und Aufgabe wird vom Postwagen aus das Abgabgestelle aufgezogen und die cylindrische Kammer beigedreht.

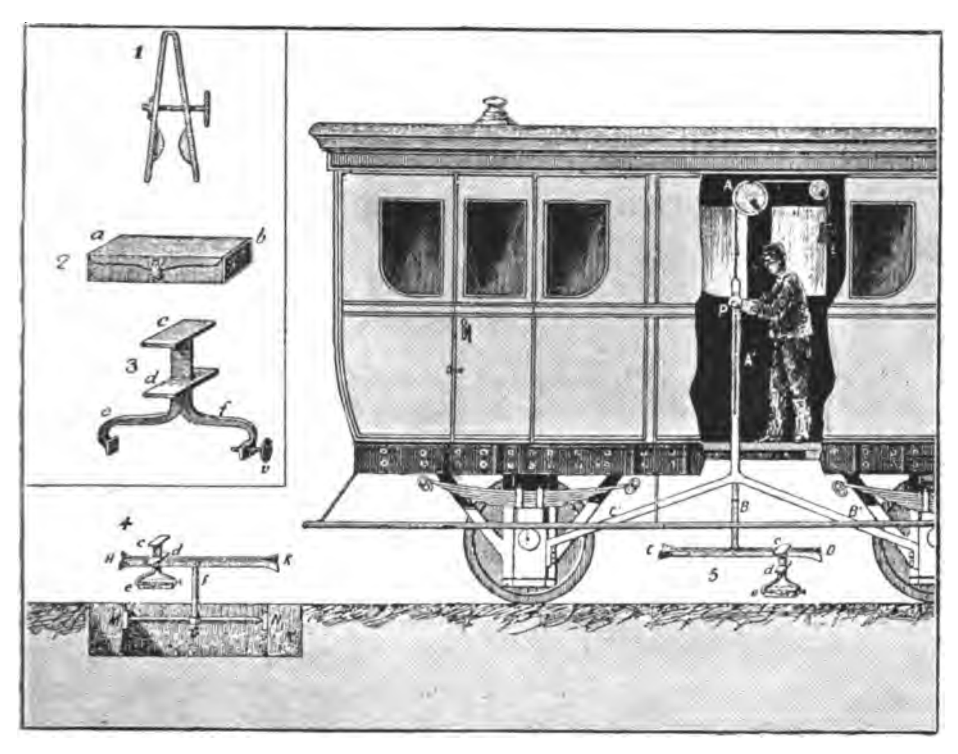
In jüngster Zeit hat sich ein Herr Azénna aus Limoges einen Apparat patentiren lassen und denselben probeweise in Betrieb gesetzt, der sich bewährt zu haben scheint. Die Gesammtanordnung, sowie die einzelnen Theile des Apparates sind hier abgebildet. Derselbe soll stets bei einer Zugsgeschwindigkeit von 90 Kilometer in der Stunde tadellos functioniren. Die einzelnen Theile der im Postwagen untergebrachten Vorrichtung sind: die Schiebevorrichtung, der Postkasten und dessen Träger. Die Schiebevorrichtung setzt sich zusammen: aus der ein umgekehrtes ⊥ bildenden Stange ABCD (Fig. 5), welche bei P mit einem Handgriffe versehen ist und sich in der Röhre A' auf- und abwärtsbewegen läßt. Diese letztere stützt sich mit zwei schiefen Seitenarmen B' C' an die beiden benachbarten Achsbüchsen und ist die Abwärtsbewegung der Röhre selbst durch einen federnden Zahn begrenzt. Der horizontale Querarm der Schubstange CD endet auf jeder Seite in zwei biegsame Stahllamellen, deren Form aus Fig 1 zu ersehen ist. Die Größe der Oeffnung wird durch eine Stellschraube regulirt. Behufs leichterer Handhabung der Schiebestange ist dieselbe durch das Gewicht E, dessen Leine über Rollen an der Wagendecke läuft, ausbalancirt. Ein entsprechend großer Ausschnitt am Fußboden des Wagens, durch welchen die Stange hindurchgeht, ermöglicht die ungehinderte Manipulation mit dem unteren Theile der Vorrichtung.

Der stationäre Apparat, welcher in unmittelbarer Nähe des Geleises installirt ist, ist conform dem im Waggon untergebrachten angeordnet. Der an jedem Ende mit zwei federnden Lamellen versehene horizontale Arm HK ist auf der Säule F bei dem Punkte G der Schiene MN drehbar, so daß er in der Verticalebene umgelegt, d. h. innerhalb der im Bilde sichtbaren Versenkung, welche für gewöhnlich mit einem eisernen Deckel verschlossen ist, gebracht werden kann.

Fig. 3 zeigt den Träger für den Postkasten. Er besteht aus zwei horizontalen Metallplatten c und d und den darunter angebrachten beiden Pratzen, deren eine (f) mit einer Stellschraube versehen ist. Der Kasten selbst ist aus Metall hergestellt, versperrbar und mit vorstehenden Führungsleisten versehen, mittelst welcher er in die gebogenen Enden der Pratzen des Trägers eingeschoben werden kann. Da die Kasten je nach der Größe der zu expedirenden Postsendungen verschieden dimensionirt sind, dient die Stellschraube v an der rechten Pratze des Kastenträgers zur Regulirung der Breite des Führungsraumes.

Der Vorgang bei der Postabgabe beziehungsweise Aufnahme ist nun der folgende. Bevor der Zug die betreffende Poststation durchfährt, befestigt der Manipulant im Postwagen den Kasten mit den abzugebenden Poststücken an den Pratzen des Trägers c d und wird derselbe mittelst der Stellschraube leicht ein-

geklemmt, hierauf der Träger mit dem Kasten über die der Fahrtrichtung abgekehrten Lamelle des Querarmes C D aufgeschoben. Diese Vorbereitungen finden innerhalb des Wagens statt. Durch den Einschnitt am Boden des Wagens wird nun mittelst der Schiebestange A B der untere Theil des Apparates so tief außerhalb des Wagens herabgeschoben, bis der eingangs erwähnte federnde Zahn einschnappt. In der Station wird bei Annäherung des Zuges die Grube geöffnet, der weiter oben beschriebene Apparat (Fig. 4) mittelst des Kniegelenkes bei G



Azénna's Apparat für automatische Postpacketabfertigung.

vertical gestellt und der Träger mit dem Postkasten, in ganz gleicher Weise wie vorstehend geschildert wurde, auf den horizontalen Arm H K, und zwar auf den in der Fahrtrichtung liegenden Theil, aufgeschoben. Der Unterschied zwischen beiden Anordnungen, im Wagen und in der Station, besteht, von der entgegengesetzten Placirung im Sinne der Fahrtrichtung abgesehen, darin, daß der Kastenträger des Wagens mit seiner oberen Platte (c) auf dem betreffenden Lamellenpaar, derjenige der Station aber mit der unteren Platte (d) aufruht.

Die Auswechslung der beiden Kasten erfolgt in der Weise, daß beim Zusammentreffen beider Vorrichtungen die Lamellen C der Wagenschiebestange den Träger der Stationsvorrichtung am Halse zwischen c und d erfassen, ihn dieser

Art von dem horizontalen Arm H K abstreifen und ihn auf den vorderen Theil des Armes C D des Wagenapparates aufstülpen. Der Kastenträger des Wagens hingegen wird von den Lamellen K des Stationsapparates am Halse zwischen c und d erfaßt, somit vom Arme D des Wagenapparates abgestreift beziehungsweise auf den Arm K des Stationsapparates aufgestülpt.... Der Austausch der beiden Träger mit ihren Kasten soll sich nach den bisherigen Versuchen sehr präcise abspielen. Der Befürchtung, die verticalen Schwankungen der Wagen während der Fahrt würden ein correctes Eingreifen der beiderseitigen Lamellen in die ziemlich kurzen Hälse der Träger illusorisch machen, wurde dadurch vorgebeugt, daß der im Wagen installirte Apparat sich auf die Achslager stützt. Nach vollführtem Austausch wird auf der Station der Träger mit seinem Kasten von dem Arme K abgestreift, der Apparat umgeknickt und die Grube geschlossen. Der Manipulant im Wagen hingegen hebt den unteren Theil des Apparates durch den Schlitz am Boden in das Innere des Wagens und besorgt hier die Auswechslung der Träger mit ihren Kästen.

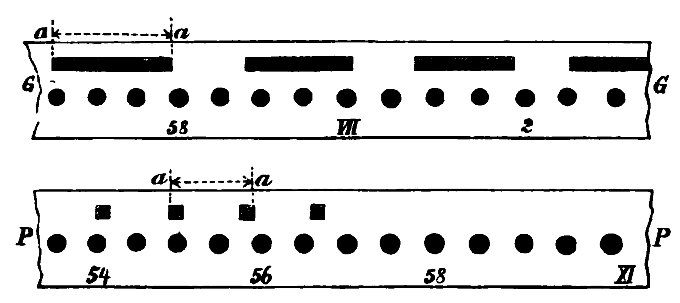
Controle der Fahrgeschwindigkeit.

Es muß auch dem Nichtfachmanne einleuchten, daß die Möglichkeit, genau feststellen zu können, ob die in Verkehr gesetzten Züge die ihnen vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit einhalten, von großem Werthe ist. Das Maß der Fahrgeschwindigkeit ist immer ein durchschnittliches und ist die zulässige Maximalgeschwindigkeit je nach den Bahnverhältnissen und der Zugsgattung genau festgesetzt. Da nun gleichzeitig die Locomotivführer bei sonstigem Verlust der Fahrprämien verhalten sind, rechtzeitig in den Stationen einzutreffen, liegt für erstere die Versuchung nahe, im Falle eingetretener Verspätungen die Fahrgeschwindigkeit über das zulässige Maß hinaus zu steigern, was absolut unzulässig ist. Einer nach dieser Richtung ausgeübten Controle kommt sonach in erster Linie die moralische Wirkung zu, daß die Führer angehalten werden, die vorgeschriebene Fahrgeschwindigkeit einzuhalten; in zweiter Linie wird durch die Controle die Möglichkeit geboten, bei eingetretenen Unfällen constatiren zu können, ob nicht etwa eine zu große Fahrgeschwindigkeit den Zwischenfall herbeigeführt hat. Zugleich werden dadurch die Zugbegleiter vor unbegründeten Verdacht geschützt. Schließlich ist die Controle der Fahrgeschwindigkeit auch für verschiedene bahntechnische Fragen, insbesondere was die Inanspruchnahme des Oberbaues anbetrifft, von nicht zu unterschätzendem Werthe.

Die Vorrichtungen, welche zur Ausübung der vorerwähnten Controle dienen, scheiden sich in zwei Gruppen; in solche, welche am Bahngestänge angebracht sind, und in solche, die der Zug selbst mit sich führt, indem in einem Wagen desselben der diesbezügliche Apparat installirt ist. Bei der ersteren Kategorie läßt sich noch ein weiteres Unterscheidungsmerkmal aufstellen. Die betreffenden Vorrichtungen

können nämlich einen mobilen oder einen stabilen Charakter haben, indem sie entweder ohne alle Vorbereitungen an irgend einem Punkte der Bahn zur Bethätigung gebracht werden, oder indem sie, in Gestalt stationärer Einrichtungen, jede Bewegung auf den Schienen registriren und zugleich die Controlapparate in den benachbarten Stationen auf elektrischem Wege bethätigen. Beide Kategorien von Controlapparaten beruhen auf dem Principe der Schienencontacte, wobei wieder zwei Anordnungen möglich sind, indem der Contact entweder durch ein Pedal, über welches die Räder der Fahrzeuge rollen, oder in Folge der Durchbiegung der Schienen hergestellt wird. Während die stationären Contactvorrichtungen dem regelmäßigen Betriebsdienste zu Gute kommen, ermöglichen die mobilen Vorrichtungen, an irgend einem Punkte der Bahn aus irgend einem Betriebs- oder bautechnischem Grunde die erwünschte Controle durchzuführen.

Die Zahl all' dieser Apparate ist eine ziemlich ansehnliche, doch kann nicht behauptet werden, daß dieselben allgemeine Verbreitung gefunden hätten, obwohl



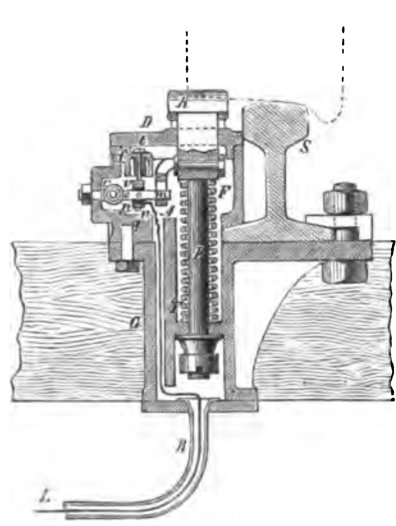
Papierstreifen für Fahrgeschwindigkeits-Registrirapparate.

die ersten Versuche bis in das Jahr 1867 zurückweichen. Damals construirte der Schweizer M. Hipp einen Contactapparat, der im Wesentlichen aus einer Anzahl von Pedalen bestand, die in Kilometer-Entfernung längs des Geleises angebracht und mit einem Schreibapparat in der Station verbunden waren. An dem letzteren wickelte sich gleichmäßig und entsprechend langsam ein Papierstreifen ab, auf welchem durch den Schreibstift so viele Punkte markirt wurden, als Wagenachsen über das betreffende Pedal in der Strecke rollten. Auf der Papierrolle waren Zeitzeichen vorgedruckt, so daß aus der Vergleichung dieser letzteren mit den Markirungen des Schreibstiftes die in Frage stehende Controle ausgeübt werden konnte. Eine andere Anordnung bediente sich statt der vorgedruckten Zeitzeichen eines zweiten Schreibstiftes, der, in Verbindung mit einem Uhrpendel, durch Localschluß bethätigt wurde und auf demselben Papierstreifen, auf welchem die von der Streckenleitung bewirkten Einzeichnungen des Schreibstiftes statthatten, die Zeitintervalle markirte.

Registrirapparate dieser Art haben, wie auf den ersten Blick zu erkennen ist, große Aehnlichkeit mit den Morseschreibern; es wird eben nur der Papierlauf genau regulirt beziehungsweise mit einer Uhr direct oder indirect in Verbindung

gebracht. Im ersteren Falle läuft ein gelochter Papierstreifen über eine Stiftenwalze, an dessen einem Rande der mit einer scharfen Fräse versehene Ankerhebel eines Magnetes die Streckenmarken einschneidet. Die Markirung kann auch statt mittelst der Fräse in Farben erfolgen. Da bei den Registrirern mit vorgelochten Papierstreifen die Zeitintervalle gegeben sind, ist es erforderlich, den Streifen derart in die Führung zu bringen, daß die an der unter die Fräse des Ankerhebels zu liegen kommende Papierstelle angeschriebene Zeit mit der wirklichen Uhrenzeit übereinstimmt.

In der Figur Seite 613 sehen wir zwei solche gelochte Papierstreifen, deren einer (G G) einem Güterzuge, der andere (P P) einem Personenzuge entspricht. Die schraffirten Stellen bezeichnen in beiden Fällen die von der Fräse des Ankerhebels erzeugten Streckenmarken. Die Stiftenlöcher sind gegenseitig 6 Millimeter von einander entfernt und entsprechen je zwei einem Zeitabschnitte von einer Minute, d. h. also in jeder Minute wickelt das Uhrwerk 12 Millimeter Streifen ab. Das Stück a a (die Streckenmarke) bedeutet die Entfernung von einem Schienencontact zum nächsten, welche gleich einem Kilometer ist. Um nun die Geschwindigkeit bestimmen zu können, wird das Stück a a gemessen beziehungsweise die Zugsgeschwindigkeit — welche unter der vorausgesetzten Papiergeschwindigkeit gleich 720 ist — durch den in Millimetern ausgedrückten Werth a a dividirt. Behufs rascher Bestimmung der Geschwindigkeit bedient man sich eigener Lineale, auf welchen die den jeweiligen Werthen a a entsprechende Fahrgeschwindigkeiten abgelesen werden können.



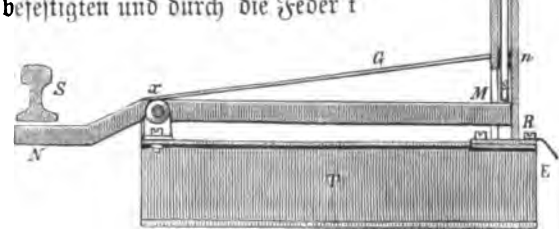
Schell's Schienencontact.

Nicht so einfach sind die Streckencontacte, von welchen jene mit Pedalen ausgerüsteten sehr der Abnützung ausgesetzt sind. Die vorstehende Figur veranschaulicht eine derartige, von A. Schell construirte Vorrichtung. Der Apparat ist in einem gußeisernen Gehäuse (G) montirt, das an die Schiene befestigt wird. Die einzelnen Theile des Apparates sind: der von der Feder F beständig nach aufwärts gedrückte, aus dem Kasten mit dem Kopfe K herausstehende Stempel P; aus dem mit einem Ausschnitte versehenen Arm A des Stempels, der in den bei c beweglichen Hebel m eingreift; aus dem durch einen Hartgummiring von m isolirten, an seiner unteren Seite mit einem Platincontact p versehenen Metallring v, der an seiner oberen Seite an die gleichfalls isolirte Stange t befestigt ist; aus der Feder f, welche den Ring v nach abwärts drückt, und aus der an diesen Ring angeschlossenen in der Röhre R isolirten Controlleitung L.

Die Figur veranschaulicht die normale Stellung aller Theile des Apparates, bei welcher der Kopf des Stempels ein bestimmtes Maß über die Schienenober-

kante hinausreicht. Geht nun das Rad eines Fahrzeuges über den erwähnten Kopf hinweg, so wird die Spannkraft der Feder F überwunden und der Stempel P niedergedrückt. Diese Abwärtsbewegung macht auch der Arm A mit und mit ihm der Hebel m, wodurch der Platincontact des Ringes v an dem Gehäuseabsatz q gelangt und dadurch Stromschluß bewirkt. Das auf den Schienen metallisch aufsitzende Gehäuse G dient als Erdleitung.

Da, wie erwähnt, die Schienencontacte mit Pedal sehr der Abnützung ausgesetzt sind, zieht man ihnen jene Vorrichtungen, bei welchen der Contact durch die Durchbiegungen der Schienen erzielt wird, vor. Ein Apparat dieser Art ist der hier abgebildete, von H. Schellen construirte. Die Anordnung der einzelnen Theile ist in Kürze die folgende: Ein doppelarmiger, um x drehbarer Hebel M N kommt mit seinem kürzeren abgeknickten Arm N zwischen zwei Schwellen unter die Schienenbasis zu liegen, während der längere Arm M in eine auf dem Träger T befestigte Röhre R hineingreift und sich in dieser vermittelst eines Ausschnittes um ein bestimmtes Maß nach aufwärts bewegen läßt. Auf dem Ende des Hebelarmes sitzt eine durch die federnden Führungen m und n leicht bewegliche Stange s s auf, die in das Gehäuse G hineingreift, in welchem die Contactvorrichtung untergebracht ist. Dieselbe setzt sich zusammen: aus den bei y drehbar an die Stange s s befestigten und durch die Feder f in horizontaler Lage erhaltenen Arm K, an dessen unteren Seite sich der Platincontact c befindet; aus dem mit der Feder F versehenen Hartgummistück K, mit welch' ersterer durch Vermittelung des von der Stange s s isolirten Messingringes r die Leitung L verbunden ist; aus der am Messingring schleifenden, vom Apparatträger isolirten, mi L jedoch durch einen isolirten Draht verbundenen Feder P. Die Erdleitung wird durch den mit der Stange, der Röhre und dem Träger T verbundenen Arm K und dessen Platincontact c hergestellt.

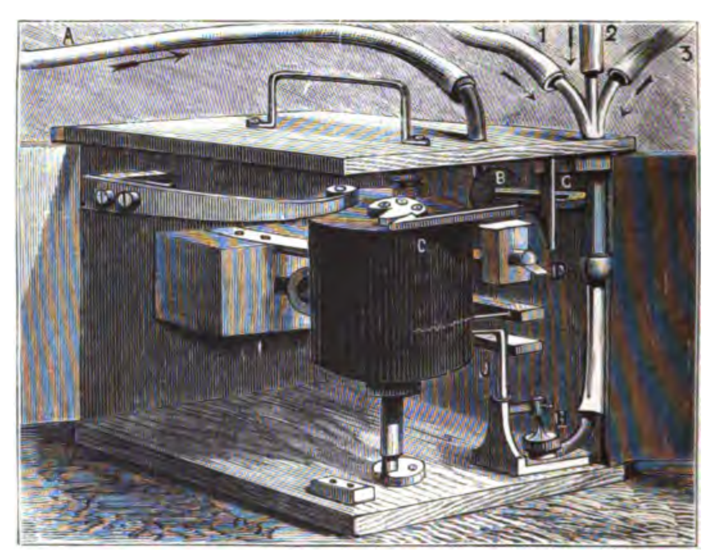


Schellen's Contactvorrichtung.

Betrachtet man den Apparat in der Ruhelage, wie er hier abgebildet ist, so erkennt man ohne weiteres, daß in dem im Gehäuse G untergebrachten Apparat keine leitende Verbindung zwischen der Erde und der Linie besteht. Sobald jedoch das Rad eines Fahrzeuges über jene Stelle der Schiene fährt, wo sich unter dieser der Arm N befindet, so wird in Folge der Schienendurchbiegung auf N ein Druck ausgeübt, in Folge dessen sich der Arm M heben und die Stange s s emporschieben wird. Da sich dieser Vorgang so oft wiederholt als der vorüberfahrende Zug Achsen hat, entsteht eine fortgesetzte schwingende Bewegung des Hebels K nach

auf- und abwärts, wobei jedesmal der Contactstift c mit der Feder F in Berührung kommt, d. h. es entstehen ebensoviele Stromschlüsse zwischen der Contactleitung und der Erde, welche am Controlapparate in der Station markirt werden.

Die bisher besprochenen Apparate dienen lediglich für die Controle der Fahrgeschwindigkeit. Eine neuere, von C. Diener und C. A. Mayerhofer herrührende Vorrichtung verbindet mit dieser Controle zugleich eine Darstellung der Zugkraft. Die Anordnung ist derart getroffen, daß ein Zeiger in wagrechter Richtung vor einem die Strecke darstellenden und mit Distanzmarken versehenen Bilde successive vorrückt und damit den Lauf des Zuges und den Ort, wo sich derselbe jeweilig befindet, kenntlich macht. Zur Verwendung kommen Streckencontacte,

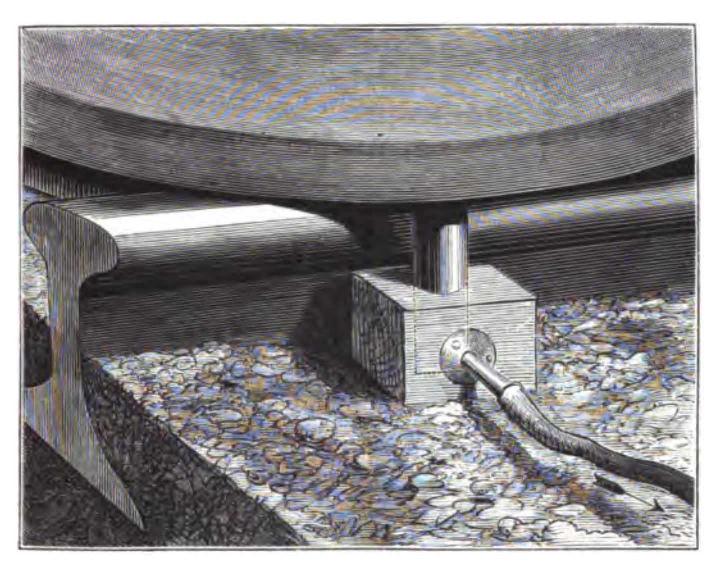


Carpentier's Contactapparat.

welche sich in Entfernungen von ganzen, halben oder viertel Kilometern von einander befinden und elektrische Ströme entsenden, welche den Elektromagnet eines Triebwerkes bethätigen. Durch jeden Stromschluß wird das Triebwerk ausgelöst, der Zeiger rückt um eine bestimmte Distanz vor, worauf sich das Triebwerk wieder selbstthätig arretirt. Die Marken auf dem Bilde des Apparates entsprechen den Contactstellen der Strecke. Diese letzteren bestehen aus Metallplatten, welche an Säulen befestigt und an den Enden abgebogen sind. Die Stromschließungen vermitteln an der Locomotive angebrachte Metallbürsten. So oft das Triebwerk ausgelöst wird, schließt es den Localstrom eines Registrirapparates, auf dessen Papierstreifen die entsprechenden Zeichen erscheinen. Der Registrirer gleicht völlig einem Morseschreiber; er wird automatisch ausgelöst, muß aber, nachdem er functionirt hat, mit der Hand arretirt werden. Diese einfache Anordnung gestaltet sich etwas complicirter, wenn die Bahn doppelgeleisig ist, oder wenn mehrere Züge und

Strecken gleichzeitig controlirt werden, in welchem Falle selbstverständlich mehrere Zeigerapparate beziehungsweise Registrirer in Verwendung kommen, welche man zweckmäßig in ein übersichtliches Tableau zusammenfaßt.

Von den vorstehend besprochenen Controlapparaten, welche stationäre Vorrichtungen sind, unterscheiden sich die mobilen, welche je nach Erforderniß an irgend einem Punkte der Strecke aufgestellt und in Thätigkeit gesetzt und nach erfolgter Controle wieder fortgenommen werden. Ein Beispiel soll das Princip dieser Kategorie von Controlapparaten erläutern. Die hier stehenden Abbildungen veranschaulichen die Vorrichtung des französischen Ingenieurs Carpentier. Es ist gleichfalls ein Contactapparat und besteht derselbe aus der Contact- und der Registrir-



Carpentier's Schienencontact.

vorrichtung. Die letztere ist in einem handlichen Kasten mit Tragbügel untergebracht und stellt sich als ein Triebwerk dar, das sich aus folgenden Theilen zusammensetzt: ein um eine verticale Achse sich drehender kupferner Cylinder, dessen Mantelfläche mit einem rußgeschwärzten Papier überklebt ist, gelangt in Folge Antriebes durch eine Feder (im ersten Bilde) in Bewegung, wobei er — durch sein Eigengewicht zum Niedersinken veranlaßt — der schneckenförmigen Einkerbung der Achse folgt. Der Antrieb zu dieser Bewegung kann indes erst dann erfolgen, wenn die Arretirvorrichtung, das ist die Klinke C, ausgelöst wird, was vermittelst des Luftventils B, auf dessen Functionirung wir gleich zurückkommen, geschieht. Neben dem Cylinder befindet sich eine horizontal mit den Zinken übereinander gestellte Stimmgabel, welche an der oberen Zinke eine feine Borste trägt, mittelst der die Schwingungen der Stimmgabel auf dem geschwärzten Papier markirt werden. Unter dieser Borste wird die Spitze eines zweimal nach entgegengesetzten Richtungen

rechtwinkelig abgebogenen, an seinem unteren Knie um eine feste Stütze drehbaren Hebels (J), durch das Luftventil H gegen den Cylinder gepreßt. Dieses Ventil schließt das untere Ende einer senkrecht durch den Kasten reichenden, bei deren Austritte aus letzterem in drei Mündungsenden sich auszweigenden Röhre.

Diese drei Rohrenden, sowie der das Ventil B bethätigende Rohrstutzen werden nun in folgender Weise mit den Schienencontacten in Verbindung gesetzt. In entsprechender Entfernung vom Einstellungsorte des Registrirapparates, und zwar in der Richtung, aus welcher der Zug erwartet wird, befindet sich der erste Schienencontact. Er besteht aus einem parallelopipedförmigen Holzklotz, in welchem von oben ein größeres, an der Seite ein kleineres Loch eingebohrt ist. In ersteres wird ein dem Durchmesser des Loches entsprechend dicker Korkstöpsel eingeführt, während das horizontale engere Loch in einen mit dem Holzklotze fest verbundenen Rohrstutzen

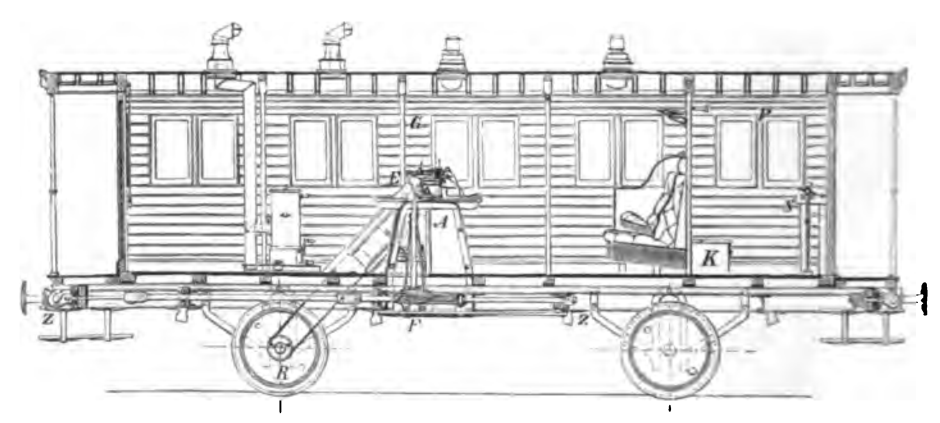


Fig. 1. Meßwagen.

übergeht. An diesen Stutzen einerseits, sowie an dem zum Ventil B führenden wird ein Kautschukschlauch aufgestülpt.

Sobald nun das erste Rad des herankommenden Zuges über den die Schienenoberkante überragenden Korkstöpsel rollt, wird dieser in die Höhlung hineingetrieben und die verdrängte Luft übt einen genügend starken Druck aus, um vermittelst der Schlauchleitung A das Ventil B zu bethätigen; dasselbe klinkt den Sperrhaken C aus und durch den Antrieb der im Bilde links sichtbaren Feder wird der Cylinder in Umdrehung versetzt. In demselben Augenblicke beginnen durch die Erschütterung des Zuges die Zinken der Stimmgabel zu schwingen und die Borste markirt dieselben in Form einer Zickzacklinie auf dem geschwärzten Papier des sich drehenden und allmählich nach abwärts senkenden Cylinders. Mit dem Sperrhaken wird gleichzeitig der Hammer D ausgelöst, dessen Bestimmung die ist, im gegebenen Moment auf die Stimmgabel herabzufallen, um deren Schwingungen ein Ziel zu setzen.

Der dieser Art angeordnete Streckencontact soll sich so weit entfernt vom Registrirapparat befinden, daß dieser sich correct in Gang zu setzen vermag. Drei weitere ganz gleich eingerichtete Streckencontacte befinden sich eine Strecke weiter in der Fahrtrichtung des Zuges, und zwar Nr. 1 und Nr. 3 genau 6 Meter von einander entfernt, Nr. 2 in der Mitte zwischen den beiden ersteren. Die Leitungsschläuche dieser drei Contacte münden in die Rohrstutzen 1, 2 und 3 des Registrirapparates, und sowie das erste Rad des Zuges nacheinander die Korkstöpsel der drei Contacte niederdrückt, wird jedesmal das Ventil H bethätigt und dadurch der dreiarmige Kniehebel J mit seiner oberen Spitze gegen die Rußfläche des Cylinders gepreßt, wo er jedesmal ein Zeichen markirt. Die Ermittelung der Fahrgeschwindigkeit erfolgt nun auf Grund der Erfahrung, daß die auf den Ton a gestimmte Stimmgabel in der Secunde 435 Schwingungen macht. Als zweiter

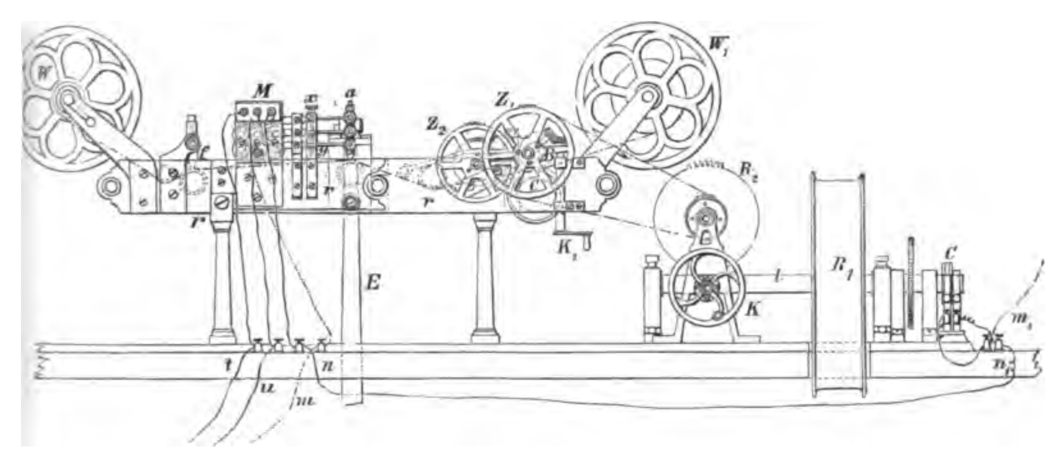


Fig. 2. Apparat des Meßwagens (Vorderansicht).

Factor der Berechnung kommt die fixe Raumdistanz von 6 Meter zwischen dem 1. und 3. Schienencontact in Betracht. Das Resultat ergiebt sich von selbst.

Die zweite Hauptgruppe von Apparaten zur Controle der Zugsgeschwindigkeit betrifft jene Vorrichtungen, welche am Zuge selbst angebracht sind. Sie werden in besonderen, dem Zuge beigegebenen Wagen, welche man Meßwagen nennt, installirt. Der auf den meisten Bahnen Frankreichs in Gebrauch stehende Meßwagen, mittelst welchem fallweise und auf jeder Strecke die Zugsgeschwindigkeit controlirt wird, ist sowohl in seiner Gesammtanordnung, sowie in seinen Details in den vor- und nachstehenden Abbildungen dargestellt. Der Waggon ist in zwei Abtheilungen getrennt, deren eine (P) als Werkstätte dient, zu welchem Ende eine Werkbank mit Schraubstock (S) und eine Werkzeugkiste (K) vorhanden sind. In der zweiten größeren Abtheilung (Q) ist der Apparat installirt und sind Sitze für die mit dem Apparate manipulirenden Beamten angebracht. Der Apparat registrirt übrigens nicht nur die Fahrgeschwindigkeit, welche sich aus der durchfahrenen Bahnlänge

und der laufenden Zeit ergiebt, sondern auch die Radumdrehungen und die jeweilige Zugkraft. Letztere wird durch eine mechanische, die ersteren drei Elemente durch eine elektrische Vorrichtung bethätigt.

Ueber die Anordnung der einzelnen Theile des Apparates giebt L. Kohlfürst (nach der »Revue Général des Chemins de fer«) folgende Beschreibung. . . . Der Apparat (Fig. 2 und 3) steht mit seiner Längsachse senkrecht auf die Längenachse des Waggons. Die Aufzeichnungen geschehen auf einem Papierstreifen, welcher zwischen zwei Führungswalzen läuft, von diesen über andere Walzen (r) mit einer der Bewegung des Zuges entsprechenden Geschwindigkeit weitergezogen und dabei von der Spule W abgewickelt und auf der Spule W' wieder aufgewickelt wird. Die Papierführungswalzen erhalten ihren Antrieb von einer Radachse des Waggons (R in Figur 2) durch Vermittelung eines Treibriemens, welcher die Radachse mit einer im Beobachtungsraum auf einer Welle (l in Fig. 2) festsitzenden Riemenscheibe (R_1) verbindet, die ihrerseits die Umdrehungen durch eine Schraube ohne Ende auf ein Zahnrad (R_2) überträgt. Eine auf der Achse des letzterwähnten Rades festsitzende Schnurscheibe überträgt die Bewegungen auf zwei Zahnräder (Z_1, Z_2) und schließlich auf die Papierführungsrollen. Durch Drehung einer Handkurbel (K) läßt sich das Laufwerk des Apparates von dem mechanischen Vorgelege nach Bedarf lösen oder mit demselben kuppeln, während eine zweite Kurbel (K_1) dazu dient, dem Streifen die richtige Lage zu ertheilen.

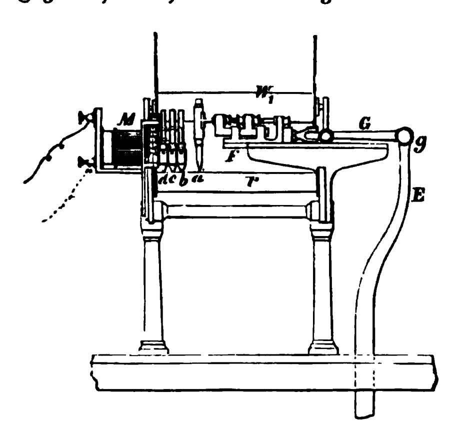


Fig. 3. Apparat des Meßwagens (Seitenansicht.)

Zur Aufzeichnung der Controldaten (Zugkraft, Bahnlänge, laufende Zeit und Radumdrehungen) sind vier in einer Reihe nebeneinander stehende Schreibstifte (a, b, c und d in Fig. 3) vorhanden; ein fünfter fixer, in der Zeichnung nicht sichtbarer, in der Längsrichtung des Papierstreifens (Fig. 4) genau hinter a liegender Schreibstift e hat die Aufgabe, eine continuirliche Gerade (»Zonenlinie«) aufzuzeichnen.

Diese Gerade ermöglicht einerseits die Controle, ob der Streifen die richtige Lage hat, während sie anderseits die Basis beziehungsweise die Abscisse für die graphische Darstellung der Zugkraft bildet und letztere darstellt, wenn sie gleich Null ist, d. h. wenn der Zug still steht. Die fünf Schreibstifte sind Glasröhrchen, die am unteren Ende in eine feine Spitze auslaufen. Sie hängen in Metallhülsen und werden durch feine Spiralfedern so gehalten, daß ihre Spitzen den Papierstreifen ganz leicht berühren. Da die Glasröhrchen mit dünnflüssiger Anilinfarbe gefüllt sind, lassen sie am Papier an den Berührungsstellen farbige Spuren zurück.

Der zur Darstellung der Zugkraft bestimmte Stift (a in Fig. 3 und 4) steht durch ein Schlittengestelle (F) und eine Schieberstange (G in Fig. 3) vermittelst eines Kugelgelenkes (g) mit einer steifen Stange (E in Fig. 1, 2 und 3) in Verbindung; diese Stange ist an einem unter dem Wagen liegenden, an die Zugstange (Z Z, Fig. 1) anschließenden Federbund (F) befestigt. Das Schlittengestelle nimmt nun die Längswirkungen von dem Arm E an, welche der letztere durch die größeren oder minderen Federeinbiegungen während der Fahrt erhält; der Stift a wird also nur mechanisch wirksam gemacht, erleidet aber hierbei weder durch die Bewegung des Wagens, noch durch die senkrechten Stöße beim Fahren irgend eine Beeinflussung.

Die Schreibstifte b, c, d und e werden hingegen auf elektrischem Wege gelenkt, indem jeder an dem Arm eines bei x y (Fig. 2) drehbaren Doppelhebels hängt, dessen zweiter Arm mit einem Anker versehen ist. Jeder dieser Anker liegt

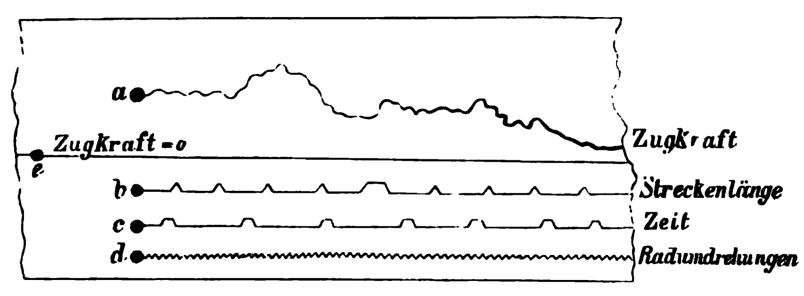


Fig. 4. Diagramm des Meßapparates.

wieder je einem zugehörigen Elektromagneten (M) gegenüber und wird bei der Ruhelage durch eine Abreißfeder an eine Stellschraube gedrückt. Jeder der drei Stifte zeichnet also eine Gerade, so lange nicht ein Strom durch den betreffenden Elektromagnet geht; andernfalls wird der Stift aus seiner Normalrichtung gebracht und seitlich gezogen. Ist die Anziehung nur kurz, so wird das Zeichen ähnlich einem spitzen Zahne; bei einer längeren Stromschließung gleicht es einem flachen Zahne. Sämmtliche drei Elektromagnete sind durch die Leitung m zu einem Pole einer gemeinschaftlichen Batterie angeschlossen. Der zweite Anschluß t des zu dem Schreibstift b gehörigen Elektromagnetes ist zu einem einfachen Arbeitstaster geführt, jener des zu a gehörigen Elektromagnetes steht durch den Leitungsdraht u mit dem Contacte einer genau gehenden Uhr, und der letzte Anschluß n mit einer auf der Riemenscheibenwelle l angebrachten Contactvorrichtung C in Verbindung.

Der Schreibstift b hat die vom Zuge durchfahrenen Längen zu registriren; die Stromgebung geschieht mit Hilfe des erwähnten Tasters, den der Beobachter, welcher durch das Waggonfenster die Längenmarken an der Bahn ins Auge zu fassen hat, beim Erblicken jedes Hektometerpflockes kurz, bei jedem Kilometerpflock aber doppelt so lange niederdrückt. Der Elektromagnet des Schreibstiftes c, welcher

die Zeit zu notiren hat, bekommt seine Stromschlüsse regelmäßig alle 10 Minuten durch den Contact der vorerwähnten Uhr, und der Elektromagnet des Schreibstiftes a, der die Radumdrehungen registrirt, wird durch die Contactvorrichtung C bethätigt. Letztere — ein Federncontact an der Welle l — schließt bei jeder Umdrehung derselben (da sich, wie bereits erläutert, l ebenso bewegt, wie die Radachse des Waggons, den Strom, kann aber auch so geschaltet werden, daß sie nur bei jeder zweiten Radumdrehung den Schluß bewirkt.... Aus Fig. 4 ist zu ersehen, in welcher Weise sich die graphische Darstellung der Registrirungen ergiebt und wie dieselbe zur Feststellung der jeweiligen örtlichen Zugsgeschwindigkeit in Vergleich zu ziehen ist.

Telegraphische und telephonische Correspondenz auf fahrenden Zügen.

In der Fachwelt ist es eine längst bekannte Thatsache, daß kaum auf einem zweiten eisenbahntechnischen Gebiete so viele problematische Speculationen genährt und ein gleiches Maß von Scharfsinn aufgewendet wurde, als rücksichtlich des zu verwirklichenden Gedankens, fahrende Eisenbahnzüge mit den Stationen beziehungsweise untereinander in telegraphischen oder telephonischen Verkehr zu setzen. Dazu kommt, daß (ähnlich wie auf dem Gebiete der Flugtechnik) die meisten diesbezüglichen Projecte nicht von ausgesprochen fachmännischer Seite, zum mindesten nicht von Praktikern herrühren, denen die zu überwindenden Schwierigkeiten wohl bekannt sind, sich also nicht so leicht von dem dilettantischen Optimismus fortreißen lassen.

Immerhin haben sich neben den vielen Unberufenen auch hervorragende Elektrotechniker auf dieses schlüpfrige Arbeitsfeld gewagt. Daß diese Versuche allenthalben befriedigend ausfielen, spricht zwar für die Möglichkeit, die diesfalls vorschwebende Idee zu verwirklichen, nicht aber für die bedingungslose Anwendung in der Praxis, welche mit mancherlei Factoren zu rechnen hat, unter welchen auch dem Kostenpunkte große Bedeutung zukommt. So kann es nicht Wunder nehmen, daß alle Versuche, von fahrenden Eisenbahnzügen aus mit den Stationen oder vollends mit anderen fahrenden Zügen in telegraphische (telephonische) Correspondenz zu treten, das Stadium interessanter Experimente bisher nicht überschritten haben.

Ehe wir auf dieselben eingehen, muß darauf hingewiesen werden, daß sogenannte Zugstelegraphen, welche unter gewissen Voraussetzungen in Anwendung kommen, bereits seit längerer Zeit eingeführt sind. Sie unterscheiden sich aber von den zu besprechenden Versuchen ganz wesentlich dadurch, daß sie nicht bei fahrenden Zügen in Action treten, sondern lediglich ein Hilfsmittel abgeben, auf der Strecke aus irgend einem Grunde stecken gebliebene Züge mit den Nachbarstationen in telegraphische Verbindung zu setzen. Zu diesem Ende führen die Züge mancher Bahnen (französische, deutsche, russische) Telegraphenapparate mit sich, welche gegebenen Falles in die Hilfslinie eingeschaltet werden. Die Voraussetzung ist selbstverständlich immer die, daß der Zug stille steht. Die Einschaltung des portativen

Telegraphenapparates kann entweder vermittelst der in einigen oder sämmtlichen Wächterhäuser eingeführten Hilfslinie erfolgen, oder es wird letztere einfach an dem Orte, wo sich der Zug befindet, durchschnitten und der Apparatendraht mit dem der Hilfslinie in Verbindung gebracht.

Die letztere Art und Weise der Einschaltung ist entschieden die minderwerthige, da es dem Zugspersonale nicht immer leicht ist, aus einer großen Menge von Drähten die Hilfslinie herauszufinden, und weil die Wiederherstellung der durchschnittenen Linie unter Umständen sehr schwierig werden kann. Da außerdem die ambulanten Streckentelegraphen nur in außergewöhnlichen Fällen zur An-



Telephonische Correspondenz zwischen fahrenden Zügen.

wendung kommen, dürfte das Zugbegleitungspersonale schwerlich über jenes Maß der Fertigkeit im Telegraphiren verfügen, um eine anstandslose Correspondenz einleiten zu können. Die mit dem Zwischenfall verbundene Aufregung gestaltet diesen Sachverhalt natürlich noch ungünstiger. Ferner ist zu erwägen, daß der ambulante Hilfstelegraph mit dem Unfall, von dem der Zug betroffen, beschädigt werden kann, also unbrauchbar wird, oder daß der telegraphenkundige Zugführer dienstuntauglich geworden ist, wodurch der Werth des portativen Zugsapparates völlig illusorisch wird. Man zieht daher die stationären in den Wächterhäusern (oder Läutebuden) installirten Hilfstelegraphen den ambulanten vor.

Damit sind wir nun freilich unserem eigentlichen Thema nicht näher, sondern ferner gerückt. Kommt schon den portativen Zugstelegraphen ein sehr geringer praktischer

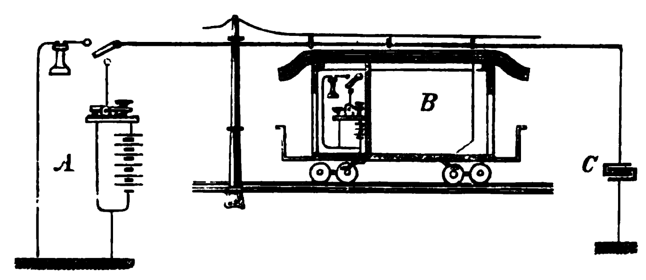
Werth zu, so frägt man sich unwillkürlich, was man von Einrichtungen halten soll, welche die telegraphische Correspondenz von fahrenden Zügen aus anstreben. Allerdings ist es geglückt, dieses schwierige Problem wenigstens nach der principiellen Seite hin zu lösen und die diesbezüglichen Versuche haben, wie nicht anders zu denken, berechtigtes Aufsehen erregt.

Es handelt sich hierbei zunächst um zwei auf Induction beruhende Systeme: Phelps bedient sich der elektrodynamischen, Edison der elektrostatischen Induction. Beide Systeme stehen in Amerika in praktischem Gebrauch. Bei dem Systeme Phelps wird der zur Correspondenz dienende Draht in eine schützende hölzerne Rinne zwischen den Schienen verlegt. Unterhalb des Eisenbahnwagens, der das fahrende Bureau enthält, wird zwischen seinen Rädern ein langer Rahmen befestigt, auf welchem in vielen Windungen ein Kupferdraht aufgewickelt ist. Eine solche Wickelung besteht aus etwa 100 Windungen und enthält 2500 Meter Draht. Dieser Rahmen wird senkrecht unter dem Wagen befestigt, so daß eine seiner Längsseiten möglichst nahe an den zwischen den Schienen verlegten Telegraphendraht herankommt. Wenn im letzteren kräftige, die Richtung schnell wechselnde Stromimpulse circuliren, so induciren sie in dem Rahmen ähnliche Ströme, welche, durch das Telephon geleitet, dasselbe zum Ansprechen bringen.

Zum Telegraphiren werden Wechselströme, welche durch eine elektromagnetische Stimmgabel in einer Inductionsspule oder durch einen Polwechsler erzeugt werden können, verwendet. Wenn durch den Morsetaster die Leitung abwechselnd geöffnet und geschlossen wird, giebt das Telephon den Punkten und Strichen des Morse-Alphabetes entsprechend lange und kurze akustische Signale, welche von einem geübten Manipulanten trotz der starken Geräusche, welche ein fahrender Zug verursacht, ohne weiteres vernommen werden. Phelps hat überdies ein empfindliches polarisirtes Relais construirt, welches diese intermittirenden Ströme in gewöhnliche Morseschrift umwandelt. Als Sender kann man natürlich auch ein Mikrophon verwenden und sich auf demselben Wege telegraphisch verständigen, vorausgesetzt, daß die von demselben erzeugten Stromschwankungen stark genug und die Telephone sehr empfindlich sind. Ursprünglich war der unterhalb des Wagens angebrachte Rahmen mit den Windungen nur 175 Millimeter oberhalb der zwischen den Schienen geführten Primärleitung entfernt. Bei der Ausprüfung der Versuchsstrecke wurde indes ganz zufällig die überraschende Beobachtung gemacht, daß man bei 1·2 Meter Entfernung der Waggon-Drahtrollen vom Leitungsdrahte telegraphiren konnte. Es wurde nunmehr auf der doppelgeleisigen Bahn mit nur einer in dem einen Geleise liegenden Leitung zu telegraphiren versucht, während der Wagen auf demselben oder auf dem anderen Geleise fuhr. Trotzdem die Entfernung der Inductionsrolle, wenn der Waggon im zweiten Geleise lief, von der Primärleitung über 3·3 Meter betrug, gelang der Versuch vollständig.

Das Phelps'sche System wurde zuerst auf der 20 Kilometer langen Versuchsstrecke von New-York über New-Haven bis Hartford zur Anwendung gebracht.

Während der Fahrt, welche zeitweise 40 englische Meilen in der Stunde erreichte, blieb die Abgangsstation mit dem fahrenden Zuge in ununterbrochener Verbindung. Die vielerlei Meldungen und Anfragen, welche im praktischen Bahnbetriebsdienst vorkommen können, wurden mit Leichtigkeit erledigt. Das Gefahrsignal kam dem Zuge schon nach wenigen Secunden, nachdem es abgegeben worden, zu. Mit gleicher Schnelligkeit wurden die Signale, daß die Strecke frei sei oder die Fahrgeschwindigkeit vergrößert werden könne, aufgenommen. Die Versuchsstrecke war so ausgewählt, daß sie die bestmöglichste Abwechslung in Bezug auf Lage im Terrain, Anordnung der Objecte u. s. w. darbot. Sie kreuzt Teiche und fließendes Wasser, mehrere Bahnübersetzungen u. s. w. Von Interesse ist nachstehendes Detail. Als der erste Versuchszug verkehrte, waren vor der Harton River-Station Instandsetzungsarbeiten im Gange, welche eine seitliche Verlegung der hölzernen Rinne mit der Leitung des Primärstromes bedingten. Während nun der Zug über diese Stelle fuhr, ließ **Phelps** die Nachbarstation ansprechen. Als der Zug die Station er-



Telephonischer Verkehr zwischen fahrenden Zügen (System Edison).

reicht hatte, gab der Beamte zum allgemeinen Erstaunen die Worte wieder, welche **Phelps** an jener Stelle gesprochen hatte. Dadurch wurde, wie weiter oben flüchtig berührt, constatirt, daß man bei 1·2 Meter Entfernung der Waggon-Drahtwelle vom Leitungsdrahte telegraphiren könne.

Die Phelps'schen Versuche konnten selbstverständlich nicht verfehlen, nachhaltiges Interesse zu erregen, und sie sind der Anstoß für weitere Versuche geworden, an welchen sich unter Anderen auch **Edison** betheiligte. Dieser verwendet statt der elektrodynamischen die elektrostatische Induction. Ueber dem Wagen B (in vorstehender Figur), welcher das Bureau enthält, oder noch besser über mehrere Wagen, werden isolirte Metallplatten gelegt, die miteinander verbunden sind, und die *eine* Belegung eines Condensators bilden. Die Metallplatten stehen mit dem einen Ende einer Inductionsspule in Verbindung, während das andere Ende zur Erde geleitet ist. Entstehen in der Inductionsspule starke undulirende Ströme, so werden dadurch die Metallplatten auf dem Eisenbahnwagen entsprechend positiv und negativ geladen. Diese Ladungsströme inducisen in den über dem Wagen hinführenden Telegraphendrähten entsprechende Ladungs- und Entladungsströme, welche auf irgend einer in diese Drähte eingeschalteten Bahn-

station durch Condensatoren oder Inductionsspulen aufgefangen und in die als Empfänger dienenden Telephone geleitet werden. Der Sender besteht ebenso wie bei Phelps aus einem gewöhnlichen Morsetaster, durch welchen der gebende Stromkreis der Inductionsspule abwechselnd geschlossen und unterbrochen wird....

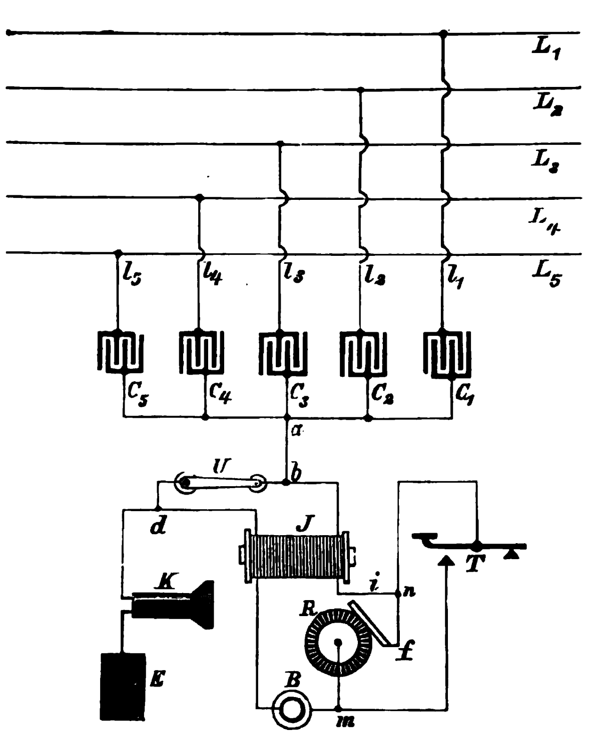
Eine vom amerikanischen Capitän C. W. Williams herrührende Anordnung besteht im Wesentlichen in einer längs der Strecke gelegten, durch häufige Zwischenräume unterbrochenen Telegraphenleitung. Die Enden der Unterbrechungsstellen sind an Contactvorrichtungen angeschlossen, welche innerhalb des Geleises auf Querschwellen isolirt angebracht sind. Die Verbindung der Leitungsenden auf dieser Contactvorrichtung geschieht mittelst zweier oben mit Rollen versehener Metallfedern, welche bei aufrechter Lage sich an ein gemeinsames metallenes Mittelstück anpressen. So lange sich diese Rollen in aufrechter Stellung befinden, wird also die Linie continuirlich hergestellt sein; dieselbe wird jedoch unterbrochen, sobald die zwei Rollen durch Niederdrücken von dem Verbindungsstücke getrennt werden. Der Boden des Waggons, von dem aus telegraphirt werden soll, hat einen vorstehenden Schuh mit zwei Metallschienen oder Stangen, welche, indem der Wagen die Strecke durchläuft, bei jeder vorerwähnten Contactvorrichtung mit den geschilderten federnden Rollen in Berührung gelangen und dieselben gleichzeitig niederdrücken.

Da nun der Apparatensatz des Wagens mit den beiden Druckschienen verbunden ist, wird derselbe bei jedem Streckencontacte in die Leitung eingeschaltet. Die mehrerwähnten, am Waggon befestigten Druckschienen oder Druckstangen sind so lang als der Waggon selbst, und es kann sonach mit denselben unter Hilfe der schnell aufeinander folgenden Streckencontacte eine Art leitende Verbindung zwischen dem Zuge und der Telegraphenlinie hergestellt werden. Bei den ersten Versuchen mit der Williams'schen Anordnung auf der Atlanta- and Charlotte-Bahn in den Vereinigten Staaten von Amerika waren die Streckencontacte in Entfernungen von circa 12 Meter von einander eingelegt. Telegramme wurden im Waggon sowohl während der Zug still stand, als auch während der Bewegung aufgenommen, wobei die größte Geschwindigkeit des Zuges etwa 40 englische Meilen betrug.

Die bei den Versuchen mit dem Phelps'schen System gemachten Wahrnehmungen, daß die Induction für die Zwecke der telegraphischen Correspondenz auf relativ ansehnliche Entfernung wirksam sei, führte logischerweise zu der Erwägung, ob man des besonderen Leitungsdrahtes nicht entrathen und an dessen Stelle die vorhandenen, längs der Bahn ziehenden Telegraphenleitungen benützen könnte. William Wiley hat dieser Erwägung von dem Gesichtspunkte aus, daß die längs der Bahn geführten Leitungen sich in ihrer Gesammtheit als die eine Belegung eines riesig großen Condensators betrachten lassen, eine praktische Unterlage gegeben. In Consequenz dessen war die Möglichkeit geboten, eine zweite Belegung zu schaffen, und zwar durch Anbringung von entsprechend großen Metallplatten, die an den Wagen des fahrenden Zuges anzubringen wären. Durch die

zwischen diesen Metallplatten der Zugswagen und den Telegraphenleitungen der Strecke vorhandene Luftschichte als Nichtleiter war der Condensator vervollständigt.

Die untenstehende Figur erläutert diesen Sachverhalt in schematischer Weise, und zwar in der Art und Weise, wie Edison, Smith, Gilliland u. A. die Wiley'sche Idee verwirklicht haben.... L_1, L_2 u. s. w. sind die vorhandenen Telegraphenleitungen, C_1, C_2 u. s. w. sind Condensatoren. Durch die Verbindungsleitungen l_1, l_2 u. s. w. ist die erste Belegung geschaffen, während die zweite Belegung durch den die Condensatoren verbindenden Draht bewerkstelligt ist. Dieser letztere geht von a über b zu den secundären Windungen eines Inductors (J) und von hier zum Telephon (K), beziehungsweise zur Erde (E). Der Umschalter U gestattet entweder die Unterbrechung oder den kurzen Schluß der Telephonleitung. Die primären Windungen des Inductors bilden mit der Batterie B eine Localinie, in welche das Rädchen R mit der Schleiffeder f eingeschaltet ist, und von welcher bei m und n Abzweigungen zu dem Taster T gehen.



Einrichtung der Stationen nach Smith 2c.

Im Waggon, welcher das fahrende Bureau bildet, ist ganz der gleiche Apparat, wie er vorstehend geschildert wurde, untergebracht. Er steht in leitender Verbindung mit einem Kupferblechstreifen, welcher außerhalb des Wagens seiner ganzen Länge nach läuft. Auch die anderen Wagen sind mit solchen Metallstreifen versehen und können dieselben überdies durch biegsame Leitungsstücke miteinander verbunden werden.

Ist der Apparat außer Thätigkeit, so ist der Umschalter U geschlossen, wie es die Figur darstellt. Das Gleiche gilt von dem Apparate in der Station. Soll aber der Apparat in Thätigkeit gesetzt werden, so wird zunächst das Rädchen R ausgelöst, damit es in Bewegung gelange. Dasselbe hat auf seiner Mantelfläche abwechselnd leitende und nichtleitende Stellen, welche, von der Schleiffeder f berührt,

die Ströme der Batterie B fortgesetzt kurz unterbrechen. Diese Ströme werden in die Primärrolle des Inductors (J) entsendet, und da gleichzeitig mit der Ingangsetzung des Rädchens R der Kurbelumschalter U geöffnet wurde, werden jene Localströme in eine Folge von Wechselströmen umgesetzt, welche das Telephon der Station bethätigen. In diesem macht sich nichts weiter als ein summendes Geräusch bemerkbar, das sofort aufhört, wenn der Taster T im Waggon niedergedrückt, d. h. die stromunterbrechende Wirkung des Rädchens R aufgehoben wird. Erfolgen nun diese Tasterniederdrücke in kürzeren oder längeren Pausen, so wird das summende Geräusch in der Empfangsstation in conformer Weise sich bemerkbar machen und eine Art von Correspondenz, wie sie vermittelst der Morseklopfer bewirkt wird, ermöglichen. Dasselbe gilt, wenn von der Station nach dem fahrenden Zuge gesprochen wird.... Die ersten Versuche mit dieser Anordnung sind im Jahre 1886 auf der Strecke Clifton-Tottenville angestellt worden.

Controle des Bahnzustandes.

Die Natur des Eisenbahnbetriebes bringt es mit sich, daß sowohl die Bahn, vornehmlich der Oberbau, als die fortbewegten Fahrzeuge ununterbrochen mechanischen und anderen Einflüssen ausgesetzt sind, welche eine momentane oder dauernde Schädigung derselben herbeiführen. Nicht nur die kraftvollen Maschinen mit ihrem verwickelten Mechanismus, auch die solidest construirten Wagen, sowie die beste Geleisanlage erfahren eine beständige Abnützung und kann das gleichzeitige Zusammenfallen mehrerer Defecte dieser Art von den bedenklichsten Folgen begleitet sein. Daneben machen sich bezüglich der bewegten Massen und des Schienenweges, auf welchem jene rollen, Erscheinungen mechanischer Natur geltend, welche nicht als Defecte bezeichnet werden können, da die Wirksamkeit von Kräften, die hier in Frage kommen, sich durch äußerliche Kennzeichen nicht bemerkbar machen, und deren Ursachen lediglich aus Erfahrungssätzen ermittelt werden können.

Dieser Sachverhalt bezieht sich in erster Linie auf den Schienenweg. Derselbe ist sowohl dem verticalen Drucke der über ihn hinwegrollenden Lasten, wie den seitlichen Angriffen der Fahrzeuge ausgesetzt. Es entsteht nämlich einerseits starke Reibung zwischen Schienenfuß und Schwellenoberfläche, anderseits ebensolche zwischen Radkranz und Schienenkopf. Dem seitlichen Drucke widersetzen sich die Befestigungsmittel nach dem Maße ihrer Widerstandsfähigkeit, welche durch die Reibung derselben Fahrzeuge, von denen die Angriffe auf das Geleise ausgehen, verstärkt wird. Die Erfahrung hat längst festgestellt, daß die Befestigungsmittel nicht ausreichen würden, die Stabilität des Geleises aufrecht zu erhalten, wenn die von den Fahrzeugen ausgehenden Reibungskräfte nicht im vorstehenden Sinne wirksam würden. Würde beispielsweise in Folge Schwingens der Tragfedern die Vorderachse einer dreiachsigen Locomotive in dem Augenblicke entlastet werden, da sie auch eine Seitenbewegung ausführt, so würde der Stoß eine unbelastete Schiene

treffen und dadurch eine momentane Spurerweiterung hervorgerufen werden, welche unzweifelhaft eine Entgleisung zur Folge hätte.

Daraus ergiebt sich zugleich, daß die Ursache eines Bahnunfalles derart maskirt sein kann, daß eine nachmalige Ermittelung derselben, nachdem das Geleise einmal zerstört ist und auch die Maschine eine Beschädigung erfahren hat, kaum möglich erscheint. Sind solche Fälle auch nicht an der Tagesordnung, so kommt der Erwägung, daß Bahnzustände, welche einen solchen Zwischenfall herbeizuführen geeignet sind, jeden Augenblick eintreten können, eine große Bedeutung zu. Was aber diese Zustände besonders bedenklich gestaltet, begründet sich auf die Erfahrung, daß sie momentan sich einstellen, ohne sichtbare Spuren zu hinterlassen. Durch die eingangs erwähnten Wirkungen der Druck- und Schubkräfte ist das Geleise, während es befahren wird, gewissermaßen Wellenbewegungen nach abwärts und seitwärts ausgesetzt, welche hinterher wieder ausgeglichen werden, wenn die fraglichen Kräfte zu wirken aufgehört haben. Eine Controle ist daher ausgeschlossen. Ein Geleise kann, wenn der Zug es soeben durchfahren hat, bei der Revision sich als tadellos darstellen, während es unter der Last desselben Zuges nur wenige Minuten vorher den bedenklichsten Verschiebungen ausgesetzt war.

Unter diesem Gesichtspunkte würden die Schienenwege eine beständige Gefahr in sich schließen, wenn es nicht auf dem Wege des Experimentes gelungen wäre, das Maß der Wirksamkeit jener Druck- und Schubkräfte kennen zu lernen, beziehungsweise Gegenmaßregeln zu veranlaßen, welche dem Geleise jenen Grad von Stabilität verleihen, der nach menschlicher Berechnung die — wenn man sich so ausdrücken darf — latente Gefahr beseitigt. Seit einer langen Reihe von Jahren sind die Eisenbahnverwaltungen bestrebt, die im mechanischen Gefüge des Geleises begründete Widerstandsfähigkeit in dem Maße zu vergrößern und weniger abhängig von der Reibung zu machen, als die Betriebsforderungen wachsen.

Zunächst ergab sich ganz von selbst die Frage, ob bei der stets zunehmenden Fahrgeschwindigkeit und der wachsenden Belastung zur Erhaltung einer guten Geleislage außer der Laschenverbindung an den Schienenstößen und der Befestigung der Schienen mittelst Hakennägeln (beziehungsweise Schwellenbolzen) noch weitere Mittel gegen das Eindrücken des Schienenfußes in die Schwellen und das damit verbundene Kanten und seitliche Ausbiegen der Schienen, sowie gegen das in Folge des geringen Widerstandes der Hakennägel entstehende seitliche Verschieben der Schienen erforderlich seien. Die Erfahrung hat nun ergeben, daß es für die größere Stabilität des Geleises nicht nur wünschenswerth, sondern nothwendig sei, durch vermehrte Anbringung von Unterlagsplatten einerseits das Maß der Schwelleneindrücke herabzumindern, anderseits durch Verstärkung der Nagelung dem Seitenschube wirksamer entgegenzuarbeiten.

In den Verhandlungen des »Vereines deutscher Eisenbahnverwaltungen« wurde schon vor längerer Zeit durch eine große Zahl von Verwaltungen nachstehender Sachverhalt constatirt. »Bei jenen Bahnen, deren Oberbau nach den

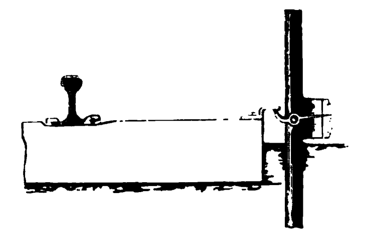
neueren Erfahrungen, also mit starken, den Bahnverhältnissen entsprechenden Stahlschienen, kräftigen Laschen, Schwellen aus hartem Holz, oder bei weichen Schwellen mit einer größeren Anzahl von Unterlagsplatten, der nöthigen Anzahl von Spurbolzen hergestellt und mit gutem wasserdurchlässigem Material eingebettet ist, welches in möglichst gutem Stande erhalten und nur von Maschinen befahren wird, welche den verschiedenen Geschwindigkeiten der Wagenzüge entsprechend construirt sind, entspricht der Widerstand des Gestänges den Angriffen selbst noch bei der größtzulässigen Geschwindigkeit und der größten Zugsbelastung. Hingegen ist bei solchen Bahnen, deren Oberbau nicht in allen Theilen aus den besten Materialien und vollkommen ausgeführt ist, namentlich auch bei Verwendung von Locomotiven, welche für die geforderte Geschwindigkeit nicht construirt sind, erscheint der Gleichgewichtszustand zwischen Angriff und Widerstand im Gestänge schon erreicht oder zum Nachtheil des letzteren schon überschritten. Es ist daher zu empfehlen, beim Baue neuer Bahnen den Oberbau (durch Verwendung von Stahlschienen, eichenen Schwellen, oder bei Anwendung weicher Schwellen durch Vermehrung der Unterlagsplatten) so auszuführen, daß er den stets wachsenden Anforderungen eines lebhaften Betriebes in Bezug auf Widerstand vollkommen zu entsprechen vermag.«

Unter den deutschen Technikern, welche sich mit den hier in Frage kommenden Verhältnissen besonders eingehend befaßten, sind in erster Linie v. Weber, v. Kaven und Susemihl zu nennen. Ersterem verdanken wir ein ausgezeichnetes Werk (»Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngeleise«), in welchem auf Grund zuverlässiger Versuche die ersten ziffermäßigen Nachweise über die Druck- und Schubkräfte, welche von den rollenden Fahrzeugen auf das Gestänge ausgeübt werden, niedergelegt sind. Was zunächst die Preßbarkeit des Schwellenholzes anbetrifft, durch welche Verdrückungen der Schienen veranlaßt werden können, ehe noch die Widerstandfähigkeit der Befestigungsmittel zur Geltung gelangt, untersuchte v. Weber das Verhalten der Schwellen zuerst im Laboratorium. Zu diesen Experimenten kamen etwa meterlange Holzstücke, welche in den üblichen Breiten- und Höhenmassen aus neuen Hölzern oder aus gebrauchten Schwellen geschnitten waren, zur Verwendung. Dieselben wurden auf eine unnachgiebige Unterlage gebracht, quer über sie, so wie in Wirklichkeit der Schienenstrang zu liegen käme, ein kurzes Stück Schiene gelegt, auf dieses mit Hilfe einer Hebelvorrichtung Druck von bekannter Größe ausgeübt und jedesmal das Niedergehen des Schienenfußes mittels eines Fühlhebels gemessen.

Das Ergebniß ist in Kürze folgendes: »Die Widerstandsfähigkeit des kiefernen Schwellenholzes ist nicht groß genug, um bei seitlichen Pressungen gegen den Kopf der Schiene nicht ein theilweises Umkanten derselben durch Eindrücken einer Seite des Schienenfußes in die Schwellenfläche und somit augenblickliche Spurerweiterung zu gestatten, welche sofort nach Aufhören der Einwirkung wieder verschwinden und sich nachträglich weder am Zustande der Nägel, noch der Schwellen

und Schienen erkennen lassen.... Die Zusammenpressungen, welche Kiefern- und andere sogenannte weiche Hölzer unter dem Schienenfuße erleiden, sind so groß, daß sie nothwendig das Zellengefüge des Holzes nach und nach lösen und ein Eindrücken des Schienenfußes, das einem Einschneiden ähnlich ist, in die Schwelle erfolgen muß, besonders wenn die oberen Faserschichten desselben durch Auslaugen im Witterungswechsel ihre Elasticität mehr oder weniger verloren haben.«

Nach diesen Experimenten im Laboratorium wendete sich v. Weber den Versuchen in offener Bahn zu. Hier lagen die Verhältnisse insoferne anders, als in Berücksichtigung gezogen werden mußte, daß mit dem Einpressen des Schienenfußes in die Schwellen zugleich ein Einsinken der letzteren in den Bettungskörper stattfindet oder vielmehr stattfinden kann. Diese doppelte Bewegung wurde mit Hilfe der nachstehend beschriebenen Vorrichtung festgestellt. Ein entsprechend starker eiserner Pfahl, der einen beweglichen doppelarmigen kleinen Hebel trug, dessen zu einem Zeiger verlängerter äußerer Arm die doppelte Länge des inneren, hakenförmig nach aufwärts gebogenen Armes hatte, wurde dicht neben dem Schwellenkopfe eingerammt. An der Kante des letzteren befand sich ein kleines Winkeleisen, welches sich derart über den kurzen Hebelarm legte, daß die geringste Abwärtsbewegung der Schwelle durch den anderen als Zeiger dienenden Arm an einem graduirten Kreisbogen angezeigt wurde. Ganz die gleiche Vorrichtung wurde dicht neben der Schwelle aufgestellt, welche in derselben Weise das Niedergehen des Schienenfußes verzeichnete. Hatte man Sorge getragen, daß letzterer fest auf seiner Unterlage saß, so gab der Unterschied aus den beiden Ablesungen an den Gradbögen das gewünschte Maß der Einpressung der Schiene in das Schwellenholz.



M. M. v. Weber's Vorrichtung.

Auf Grund dieser Versuche hat v. Weber die nachstehende Tabelle aufgestellt. Die Werthe sind das Ergebniß der Belastung durch eine Maschine von 12 Tons Achsendruck.

Beschaffenheit der Schwellen	Alter derselben in Jahren	Breite der Schwellen	Senkung der Schwellen	Senkung der Schienen	Zusammendrückung der Schwellen
		Millimeter			
1. Kiefernschwelle	4	230	1·0	4·5	3·5
2. »	4	230	1·0	2·0	1·0
3. » (Stoßschwelle)	4	300	1·0	3·0	2·0
4. » »	4	200	1·0	4·5	3·5
5. » »	4	200	2·5	5·5	3·0

Beschaffenheit der Schwellen	Alter derselben in Jahren	Breite der Schwellen	Senkung der Schwellen	Senkung der Schienen	Zusammendrückung der Schwellen
		Millimeter			
6. Kiefernschwelle (Stoßschwelle)	4	200	3·0	6·5	3·5
7. » »	4	230	2·0	4·5	2·5
8. » »	4	200	2·5	5·0	2·5
9. » »	4	230	0·5	5·0	4·5
10. » »	4	250	1·0	4·5	3·5
11. » »	4	200	0·5	5·0	4·5
12. » »	4	200	0·5	5·0	4·5
13. » »	4	250	1·5	4·5	3·0
14. » »	6	200	0·5	6·0	5·5
15. » »	6	190	1·5	6·5	5·0
16. » »	6	190	3·3	6·8	3·3
17. » »	6	190	3·0	5·0	2·0
18. » »	6	190	1·5	8·5	7·0
19. » »	6	190	3·5	9·0	5·5
20. » »	6	190	3·5	7·5	4·0
21. » (Knieholz, sehr fest)	6	230	6·5	7·5	1·0
22. » » » »	6	230	6·0	7·5	1·5
23. » » » »	6	210	5·5	6·5	1·0
24. » » « »	6	210	6·0	7·3	1·3

Die weiteren Untersuchungen v. Weber's bezogen sich auf die Wirksamkeit des seitlichen Druckes der Spurkränze auf die Schienen, beziehungsweise auf das Maß der Widerstandsfähigkeit der Befestigungsmittel. Hierbei war die Beobachtung von Interesse, daß zum Ausreißen eines prismatischen mit meißelförmiger Schneide versehenen Nagels ein Kraftaufwand nöthig war, der, wenn derselbe nur in der Richtung der Nagelachse erfolgte, doppelt so groß war, als jener, wenn die Kraft zugleich seitlich drängend wirkte. Es ergab sich ferner, daß ganz mäßige Seitendrücke eine momentane Spurerweiterung zwischen 6 und 10 Millimeter hervorzurufen geeignet sind, und daß ein Druck von 4 Tons genügt, eine dauernde Spurerweiterung zu schaffen, vorausgesetzt, daß die Nagelung eine ungenügende ist. Weit wichtiger aber war die Wahrnehmung, daß selbst Spurerweiterungen bis 25 Millimeter in Folge einer Kantung der Schiene nach Aufhören des Druckes wieder gänzlich verschwanden, und weiter, daß dieses Maß auf die Hälfte reducirt werden konnte, wenn durchgehende Unterlagsplatten angewendet wurden. Die bedeutende, hinterher wieder verschwindende Spurerweiterung ist umso bedenklicher, weil sie sich, wie bereits hervorgehoben, der Controle entzieht.

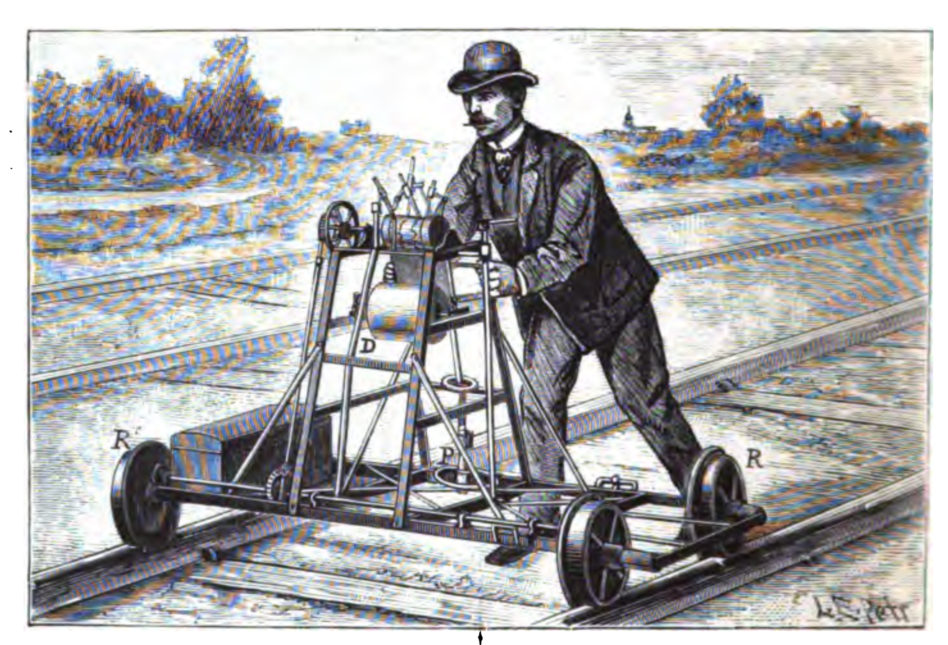
Die richtige Lage der Schienenstränge in Bezug auf Spurweite und Ueberhöhung eines Stranges in den Curven ist sonach eine der Grundbedingungen eines sicheren Betriebes. Das Maß der momentan auftretenden, nach Aufhören der von außen wirkenden Kraft sich wieder ausgleichenden Bewegungen im Gestänge kann durch entsprechend verstärkte Befestigungsmittel auf ein Minimum reducirt, niemals aber — ihrer Elasticität und der Constructionsfugen wegen — gänzlich aufgehoben werden. Bei der Controle des Bahnzustandes kann es sich daher consequenterweise nur um Lageveränderungen am Geleise handeln, welche dauernd in die Erscheinung treten. Um diese Controle ausüben zu können, bedarf es gewisser Vorrichtungen, welche man »Geleismesser« nennt.

Die älteren Anordnungen mit Spurmaß, Setzwage und Libelle, welche nur mühsam Einzelmessungen gestatten, deren Ergebnisse einzeln durch jedesmalige Einstellung gefunden und abgelesen werden müssen, kommen immer mehr und mehr außer Gebrauch. Es liegt auf der Hand, daß eine Vorrichtung, welche so zeitraubende Manipulationen erfordert und so unvollkommen ist, insofern als die Resultate — will man nicht tausende von Einzelmessungen anstellen — nicht an jedem Punkte des zu revidirenden Geleises ermittelt werden können, dem Zwecke, dem sie dient, nicht entspricht.

Ganz anders verhält es sich mit dem Geleismesser von H. Dorpmüller, der — dank seiner großen Leistungsfähigkeit und leichten Behandlung — sich immer mehr einbürgert. Dieser Apparat — der aus dem Kaiser'schen Geleisrevisions-Instrumente hervorgegangen ist — ermöglicht, ohne umständliche, zeitraubende Handmessungen, die Spurweite und die gegenseitige Höhenlage der beiden Schienenstränge eines Geleises an jedem Punkte der Bahn zu ermitteln. Während das Kaiser'sche Instrument die Abweichungen von der normalen Spurweite und von der horizontalen Querlage eines Geleises durch Zeiger auf zwei Scalen nur vorübergehend zur Erscheinung bringt, stellt der Dorpmüller'sche Apparat die Spurdifferenzen und ebenso auch die Differenzen in der gegenseitigen Höhenlage der beiden Schienenstränge eines Fahrgeleises auf einem fortlaufenden Papierstreifen nebeneinander selbstthätig graphisch dar. Die Diagramme werden hierbei auch gleichzeitig stationirt, und ist, um ein sicheres Durchfahren von Herzstückspitzen mit den gefederten Rädern des Apparates leicht zu ermöglichen, eine rasch zu handhabende Einziehvorrichtung für dieselben angebracht, wodurch sie, momentan auf Normalspur gestellt, die Herzstücke im Fahrgeleise wie Räder eines gewöhnlichen Fahrgeleises passiren. Der große Vortheil des Apparates liegt nun darin, daß er ein fortlaufendes Bild erzeugt, welches Rückschlüsse auf die Bewegung der Fahrzeuge in den revidirten Geleisen gestattet und in den mit demselben gewonnenen Diagrammen Formen in die Erscheinung treten, welche eine ausgiebigere Beurtheilung der Geleislage ermöglichen, als dies aus den Resultaten irgend eines anderen bis jetzt bekannten Instrumentes zum Messen der Spurweite und Ueberhöhung erreicht werden kann. Dies gilt vornehmlich bezüglich der Uebergänge aus

dem geraden in das gekrümmte Geleise. Das Höhendiagramm giebt unzweifelhaft auch einen gewissen Anhalt für die Stopfarbeiten bei der Bahnerhaltung.

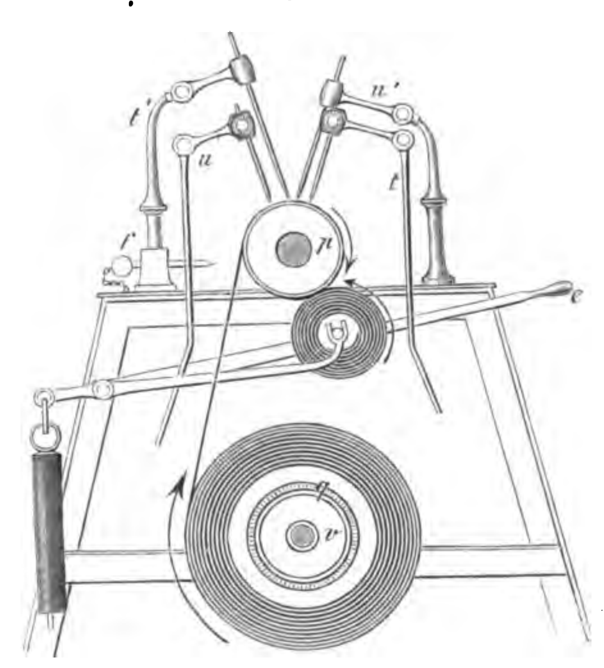
Wir lassen nun die Beschreibung des Apparates folgen und schließen die hierzu nothwendigen Abbildungen an. Von dem hinteren linken Laufrade R' (in der Zeichnung schiebt der Manipulant in verkehrter Richtung um den Apparat nicht zu verdecken) des Apparates wird durch zwei Zahngetriebe und durch ein linksseitig neben der Tischplatte desselben befindliches Schneckengetriebe die Schreibwalze des Apparates in Bewegung gesetzt, und zwar der Fahrtrichtung entgegen. Die Schreibwalze zieht



Dorpmüller's Geleismesser. Fig. 1.
(Um den Apparat nicht zu verdecken, wurde die Figur auf die entgegengesetzte Seite gestellt.)

einen Papierstreifen ohne Ende von einer unter der Tischplatte liegenden Welle (D) ab. Dieselbe ist, damit die Aufwickelung recht straff erfolgt, in zwei Lager gelegt, deren Deckel durch Spiralfedern angepreßt werden können, und sonach ein beliebig träger Gang derselben ermöglicht ist. Die Aufwickelung des erwähnten Papierstreifens erfolgt auf einer durch eine besondere Federzugvorrichtung gegen die Schreibwalze angepreßten Reibungsrolle, welche den Papierstreifen fortlaufend aufnimmt. Dieselbe kann nach beendigter Revisionsfahrt, nachdem der Streifen durchschnitten worden ist und sie durch Niederdrücken eines kleinen Handhebels (e in Fig. 2) an der Hinterseite des Apparates ausgeschaltet worden ist, leicht herausgenommen werden, um alsdann das beschriebene Papier bequem abziehen zu können.

Auf der Schreibwalze (p in Fig. 2 und 3) arbeiten vier Schreibstifte: t, t' und u, u'; t und u zeichnen die gefundenen Abweichungen, t' und u' die betreffenden geraden Linien, von welchen aus die Abweichungen gemessen werden, indem sie gleichzeitig auch den Stand angeben, welchen die Stifte t und u in einem regelrecht gespurten geraden und genau wagrecht liegenden Geleise einnehmen würden. Die Spurabweichungen werden durch die Seitenschiebungen des rechtsseitigen gefederten Hinterrades aufgenommen und durch einen gleichschenkeligen Hebel nach dem Stifte t in wirklicher Größe übertragen; die Abweichungen in der Höhenlage werden durch ein schweres Pendel (P in der Abbildung S. 634) erzeugt, welches in Körnerspitzen spielend leicht aufgehängt ist und an dem oberhalb seines Drehpunktes sich fortsetzenden Hebel den Stift u trägt, der die Abweichungen von der wagrechten Lage des Geleises, je nachdem zur Rechten oder zur Linken der von u' gezeichneten geraden Linie, aufträgt. Da dieser Hebel nur 0·5 Meter Länge hat und die Entfernung von Mitte zu Mitte des Schienenkopfes 1·5 Meter beträgt, kommen die Höhenunterschiede zum dritten Theile ihrer Größe zur Darstellung. In Folge der durch die Fahrbewegung des Apparates hervorgerufenen kleinen Erschütterungen wird die Diagrammlinie der Ueberhöhung nicht ganz scharf aufgetragen. Um aus derselben ein ganz genaues Maß der Ueberhöhung zu erhalten, hat man den senkrechten Abstand von der Normallinie bis zur Mitte des vom Stifte u erzeugten Linienzuges zu messen und dieses Maß alsdann dreimal zu nehmen.

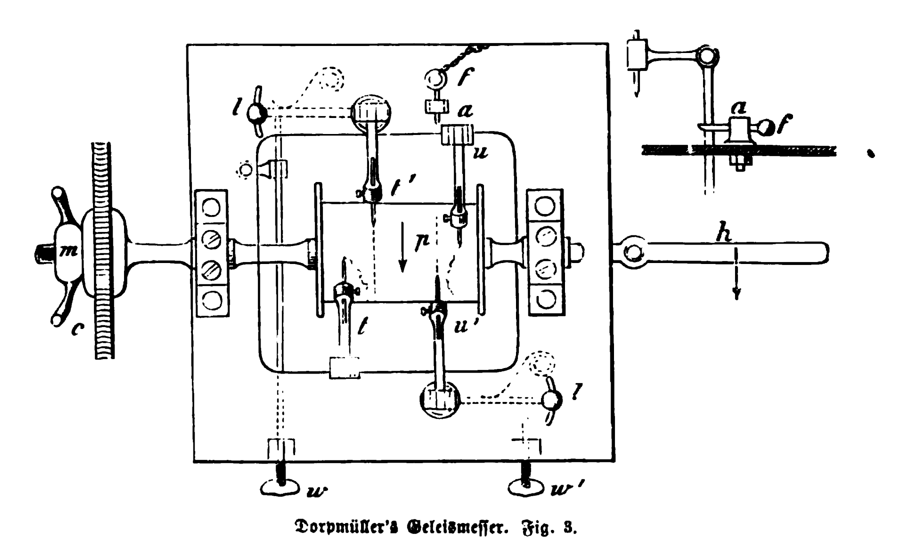


Dorpmüller's Geleismesser. Fig. 2.

Der am Apparate rechts oben sichtbare kleine Hebel gestattet die Handhabung der weiter oben erwähnten Einziehvorrichtung, vermöge welcher man den Apparat wie ein gewöhnliches Fahrzeug über die Herzstücke der Weichen führen kann.

Bei Beginn der Revisionsfahrt muß zunächst die Einstellung des Apparates vorgenommen werden, beziehungsweise dann, wenn die Schreibstiftspitzen zum Anspitzen herausgenommen werden. Dabei ist vorher nöthig, die Schreibwalze aus-

zuschalten, d. h. da das dieselbe treibende Schneckenrad nur durch Reibung mitgenommen wird, ist die neben demselben befindliche Mutter (m in Fig. 3) zu lösen. Dadurch kann beim Stillstand des Apparates die Walze beliebig mit der Hand bewegt werden. Alsdann steckt man die Bleistifte auf, zuerst die für die Normalschreiber t' und u', hierauf die für die Diagrammschreiber t und u. Um letztere in diejenige Lage zu bringen, welche sie in einem regelrecht gespurten und genau wagrecht liegenden Geleise einnehmen, werden zwei Stifte eingeschoben, deren einer (f in Figur 2 und 3) an der Tischplatte, deren anderer (x in Fig. 4) in der Nähe der Hinterachse angebracht ist. Der Stift f wird durch das Lager a (Fig. 2 und 3) gesteckt und weiter durch eine runde Oeffnung in den Pendelhebel geschoben wozu man letzteren so weit nöthig heranholen muß. Ebenso wird der Stift x



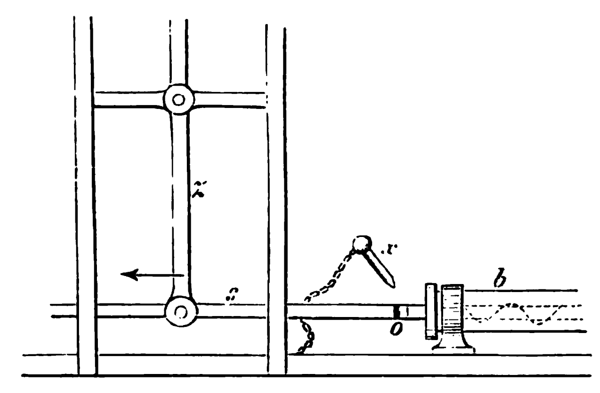
Dorpmüller's Geleismesser. Fig. 3.

(Fig. 4) durch die in die Schubstange S gebohrte Oeffnung o gesteckt, welche ebenfalls durch seitliches Schieben in der Richtung des Pfeilers am Hebel z so weit als nöthig hervorzuziehen ist, falls dieselbe in Folge der Verschiebbarkeit dieser Stange innerhalb der Federbüchse b liegt.

Nachdem beide Stifte eingeführt sind, haben die Schreiber t und u diejenige Stellung, welche sie in einem regelrecht gespurten und wagrecht liegenden Geleise einnehmen würden. Man legt hierauf ihre Schreibstiftspitzen auf, zeichnet mit denselben durch Drehen der Walze mit der Hand zwei gerade Linien auf den Papierstreifen, legt alsdann auch die Bleistiftspitzen t' und u' auf und regelt mit Hülfe der Schrauben w und w' (Fig. 3) dieselben seitlich so, daß sie mit t und u auf derselben Linie schreiben. Nunmehr ist der Apparat richtig eingestellt, die Mutter m wird festgedreht, die Stifte f und x werden ausgezogen und die Fahrt kann beginnen.

Soll eine neue Papierrolle aufgesteckt werden, so hat man die unter der Tischplatte liegende Walze (D in Fig. 1, v in Fig. 2) herauszunehmen, zu welchem Zwecke die Deckel der Lager, worin dieselbe liegt, zum Aufklappen eingerichtet sind. Nachdem die Vorlagscheibe und die Mutter q von der Walze entfernt sind, wird die Papierrolle möglichst centrisch aufgesteckt, jedoch so, daß das lose Papierende nach der dem Pendel zu liegenden Vorderseite des Apparates hochgezogen werden kann. Mittelst Vorlagescheibe und Mutter wird dann die Rolle befestigt und die Walze in den Apparat wieder eingelegt, der Papierstreifen auf die Schreibwalze hochgezogen, genau nach der Mitte spitz zugeschnitten und um die Aufwickelungsrolle geführt, so daß er sich bei der Bewegung der Schreibwalze mit der Hand fest und glatt aufwickelt.

Auf dem Papierstreifen werden, wie bereits erwähnt, zwei Diagramme aufgezeichnet: dasjenige der Spurweite (Spurdiagramm) und das der Höhenlage (Höhendiagramm). Bei ersterem werden die gefundenen Abweichungen von der regelrechten Spurweite des geraden Geleises (1.435 Meter) in wirklicher Größe, bei letzterem die Abweichungen von der wagerechten in ein Drittel der wirklichen Größe dargestellt. Ihre Größe ist in beiden Bildern durch den seitlichen Abstand von den beiden geraden Linien, die jedes der beiden Diagramme durchziehen, bestimmt. Finden sich die Aufzeichnungen im Spurdiagramm zur Linken der geraden Linie verzeichnet, so stellen dieselben Spurerweiterungen dar, sind sie zur Rechten aufgetragen, so bedeuten sie Spurverengungen. Ist im Höhendiagramm die Aufzeichnung rechtsseitig der geraden Linie erfolgt, dann liegt die rechtsseitige Schiene höher, umgekehrt die linksseitige.



Dorpmüller's Geleismesser. Fig. 4.

Um aus den beiden Diagrammen, welche im Längenmaßstabe von fast 1:500 aufgetragen sind, die ermittelten Differenzen in jedem Punkte des erwähnten Geleises wieder auffinden zu können, müssen dieselben stationirt werden. Man bewirkt dies einfach dadurch, daß man beim Vorüberfahren an einem Profilsteine an einem der beiden vorstehenden Knöpfe l (in Fig. 3) auf der Tischplatte des Apparates in der Fahrtrichtung drückt, worauf der bezügliche Schreibstift, mit welchem der Knopf in Verbindung steht, eine Marke auf dem Papierstreifen erzeugt, an welche man die Nummer des Profilsteines anfügt. Es ist übrigens nicht nöthig, jeden Profilstein zu markiren, sondern es genügt vielmehr, dies bei jedem Kilometerstein zu

bewirken, da man den Papierstreifen nachträglich in zehn gleiche Abschnitte theilen kann, wodurch sich die Profilmarken von selbst ergeben. Zur größeren Bequemlichkeit ist auch an der rückwärtigen Seite des Apparates (welche sich dadurch kennzeichnet, daß hier die Zughaken zum Fortbewegen fehlen) oben an der Tischplatte eine kleine vorstehende Oese vorhanden, an welcher man einen Bindfaden befestigen kann, den man bei der Vorüberfahrt an einem Profilsteine nur anzuziehen braucht, um dann in gleicher Weise eine Marke im Diagramm zu erhalten, wie durch das Niederdrücken der vorerwähnten Knöpfe.

Der Apparat wird mit mäßiger Geschwindigkeit durch das zu revidirende Geleise gezogen. Für ganz scharfe Aufnahmen, bei denen es auf besondere Genauigkeit ankommt, empfiehlt es sich, den Apparat langsam und mit möglichst geringen Erschütterungen (ohne Ruck) durch das Fahrgeleise vor sich herzuschieben. Die Bilder werden dann bei gut gespitzten Schreibstiften sehr genau und scharf zum Ausdrucke kommen. Damit der Apparat überall, auch auf Strecken mit lebhaftem Verkehr, Verwendung finden kann, ist er dementsprechend leicht gebaut, wiegt 80 Kilogramm und kann von zwei Arbeitern bequem ausgesetzt werden.

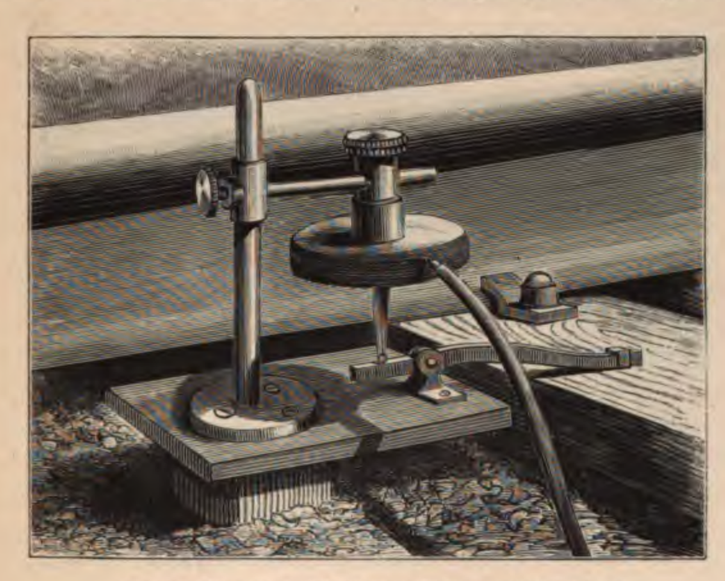
Für Tunnelstrecken, auf welchen Handmessungen der Spurweite und Ueberhöhung nur bei Licht vorgenommen werden können und deshalb besondere Schwierigkeiten verursachen, ist der Apparat so gut wie unersetzlich und steht aus diesem Grunde bei vielen Gebirgsbahnen im Gebrauche. Desgleichen bedienen sich desselben schon seit geraumer Zeit viele deutsche, schweizerische, holländische und österreichisch-ungarische Bahnverwaltungen, die dänische Staatsbahn, die Paris-Lyoner Mittelmeerbahn u. a. m.

Die Beförderung des Apparates in unbenütztem Zustande geschieht am besten in dem beigegebenen Holzkasten, wobei die Räder in die besonders hiefür ausgeschnittenen Holzklötze eingesetzt werden. Jeder Apparat erhält außerdem eine Schutzkappe, mit welcher die Schreibvorrichtung bei eintretendem Regenwetter bedeckt wird. Nach dem Gebrauche des Apparates, sowie während seiner Verpackung im Transportkasten wird die weiter oben erwähnte Einziehung für die gefederten (rechtsseitigen) Räder freigelassen, um die Federn nicht unnützer Weise dauernd in Spannung zu erhalten. Soll der Apparat nach rückwärts bewegt werden, so muß die Schreibvorrichtung durch Lösung der Mutter (in Fig. 2) ausgeschaltet werden. Zum Zwecke des Aushebens und Einhebens des Apparates dienen die an demselben befestigten Handhaben. —

Wir haben eingangs unserer Mittheilungen über die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngeleise wiederholt hervorgehoben, daß die Bewegungen der Schienen in Folge der auf letztere von außen wirkenden Kräfte hauptsächlich solche sind, die momentan, d. h. während der Fahrt der Züge, auftreten und nach dem Auftreten der Wirksamkeit jener Kräfte wieder die alten Verhältnisse eintreten. Die gewöhnlichen Geleismesser, den Dorpmüller'schen inbegriffen, registriren sonach nur die dauernd auftretenden Veränderungen in den Lageverhältnissen der Schienen.

nicht aber die mitunter viel wichtigeren Bewegungen ersterer Art, welche häufig zu Unglücksfällen Anlaß geben, ohne daß man die Ursachen derselben hinterher festzustellen vermöchte.

Die Schwierigkeit der Controle in letzterer Beziehung ist nicht zu verkennen. Da theoretisch genommen jeder Punkt des Geleises einer solchen Controle bedarf, so läßt sich dieselbe nicht nur in der vollkommenen Weise der Dorpmüller'schen Geleiserevision durchführen, sondern nur fallweise an bestimmten Stellen, welche auf Grund irgend einer gemachten Wahrnehmung während des Betriebes hierzu Veranlassung giebt, ausüben. Die diesbezüglichen Apparate unterscheiden sich im Principe nicht von den vielerlei Contactvorrichtungen für andere Zwecke (Signal-



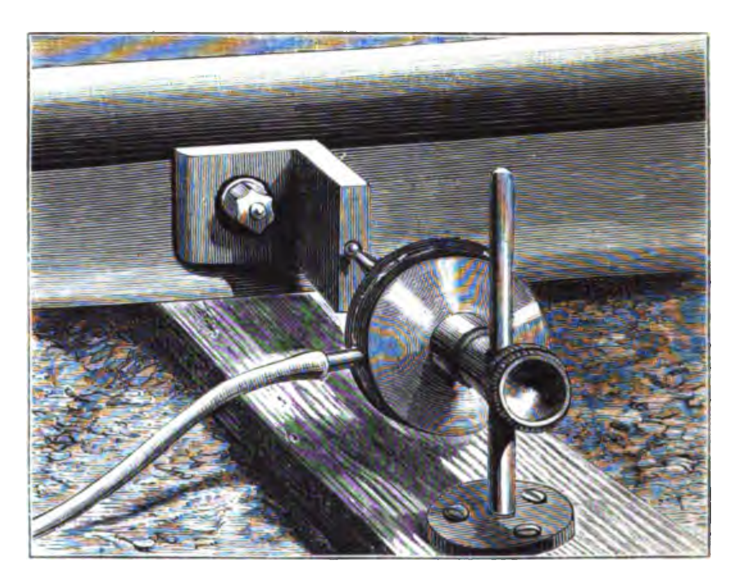
Couard's Apparat zur Messung der Schienenverschiebungen (I).

controle, Geschwindigkeitsregistratoren u. s. w.), haben aber wenig Anwendung gefunden. Man begreift ohne weiteres, daß eine durchgreifende, möglichst viele Stellen des Bahngeleises betreffende Controle ungemein zeitraubend ist und überdies durch momentan auftretende Nebenumstände den Sachverhalt, den es zu untersuchen gilt, verdecken können. Es kann sich nämlich der Fall ergeben, daß ein bestimmter Punkt des Gestänges von zwei verkehrenden Zügen nicht im gleichen Maße beeinflußt wird, weil gewisse Voraussetzungen (Zugswiderstände, fortbewegte Last, Zustand der Schienen in Folge klimatischer Einwirkungen) nicht für beide Fälle Giltigkeit haben.

Im Nachstehenden ist eine von dem französischen Ingenieur Couard herrührende Contactvorrichtung für die Controle des Verhaltens der Geleise während des Betriebes abgebildet und beschrieben. Demselben ist das Princip des von

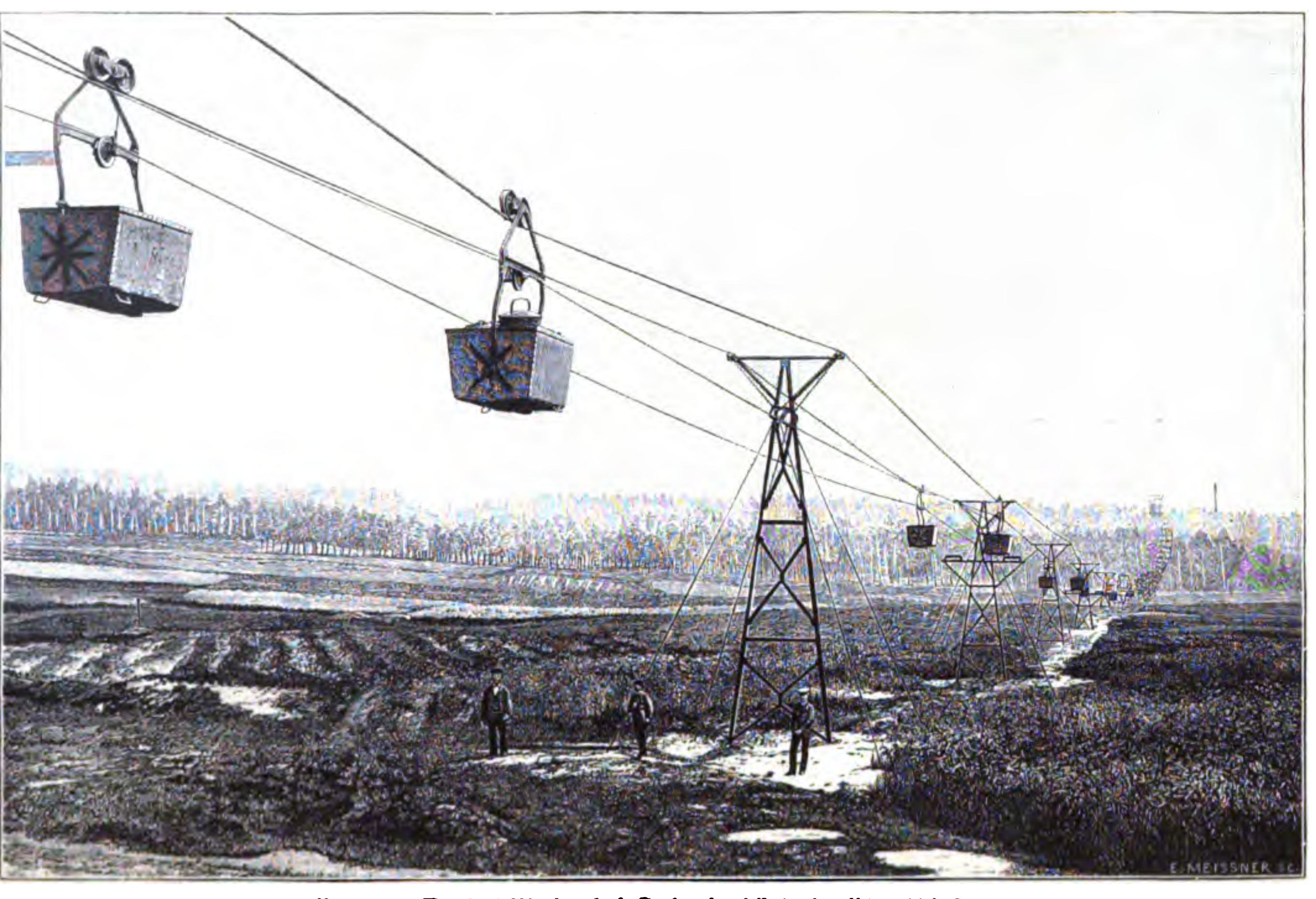
Louisson im Jahre 1860 erfundenen Sphygmograph zu Grunde gelegt. Er zerfällt, wie jede Schienencontactvorrichtung, in zwei Theile: die eigentlichen Contactvorrichtung und den Registrir-Apparat. Erstere kann dem angestrebten Zwecke nach eine abweichende Anordnung haben, je nachdem man die Pressung des Schwellenholzes, oder das Niedergehen der Schiene mit der Schwelle, oder schließlich die Spurerweiterung einer Controle unterziehen will.

Um das Maß der Pressung und des Niedergehens der Schwelle zu ermitteln, bedient sich Couard der ersteren der hier abgebildeten Vorrichtungen. Ein Brett, das auf einem senkrechten zum Theile in die Erde eingerammten Holzklotze befestigt ist, wird in unmittelbarer Nähe der Schwelle angebracht. Auf dem Brette



Couard's Apparat zur Messung der Schienenverschiebungen (II).

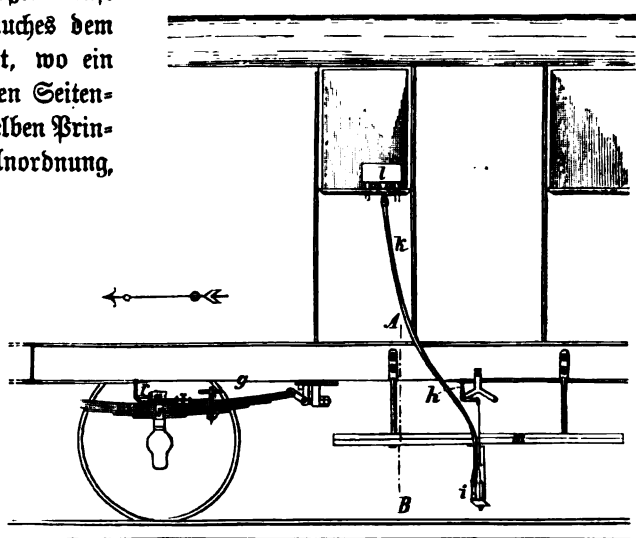
ist ein Hebelwerk montirt, dessen einer (längerer) Arm an der Oberfläche der Schwelle befestigt ist, während auf dem anderen (kürzeren) Arm das knopfartige Ende einer senkrechten Achse, an der sich eine Gummischeibe befindet, die nach Art eines Blasebalges wirkt, aufruht. Die Gummischeibe lehnt sich nach oben an eine Metallbüchse und wird durch eine Spiralfeder beständig nach abwärts gedrückt. An der Metallscheibe befindet sich ein Rohrstutzen, auf welchen ein Kautschukschlauch aufgestülpt wird, der zum Registrirapparat führt. Die Art, wie der Apparat functionirt, ergiebt sich von selbst. Durch das Niedergehen der Schwelle, an welchem der längere Hebelarm theilnimmt, wird der kürzere Arm gehoben. Dieser drückt an die senkrechte Achse des Blasebalges, wodurch die Luft in demselben verdichtet und durch den Leitungsschlauch in den Registrirapparat geführt wird. Hier werden die Schwingungen der Schwelle auf einem horizontal gestellten, mit einer geschwärzten Mantel-



Otto'sche Drahtseilbahn bei Antonienhütte in Oberschlesien.
(Nach einer Photographie.)

fläche versehenen Cylinder, der durch ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt und zugleich seitlich verschoben wird (wie die Walze einer Spieldose), mittelst eines Rußschreibers verzeichnet.

Die zweite Vorrichtung dient zum Messen der seitlichen Verschiebung der Schiene, also der momentan auftretenden Spurerweiterung. Zu diesem Ende ist an der Außenseite des Schienensteges ein Winkeleisen hochkantig angeschraubt, und zwar derart, daß die breite Kante des auswärts stehenden Winkelarmes sich an eine Contactvorrichtung lehnt, die der vorbeschriebenen völlig gleicht; der Unterschied besteht nur in der Lage des Blasebalges und seines Zubehörs, der hier nicht horizontal, sondern vertical steht. Auch bei dieser Vorrichtung wird die im Gummi-Blasebalge zusammengepreßte Luft mittelst eines Leitungsschlauches dem Registrirapparate zugeführt, wo ein Rußschreiber die auftretenden Seitenschübe registrirt. Nach demselben Principe ist schließlich eine dritte Anordnung, vermittelst welcher die Schienendurchbiegungen ermittelt werden. Die Achse mit dem Blasebalg befindet sich diesfalls unter dem Schienenfuße zwischen zwei Schwellen. Er ruht aber nicht auf der Bettung auf, sondern wird von einem an der Schiene bei der Nagelung befestigten starken Winkeleisen getragen. Dadurch wird vermieden, daß beim Niedergehen der Schiene die Vorrichtung in den Bettungskörper eingepreßt werde, was in der Registrirung einen falschen Werth ergeben würde.

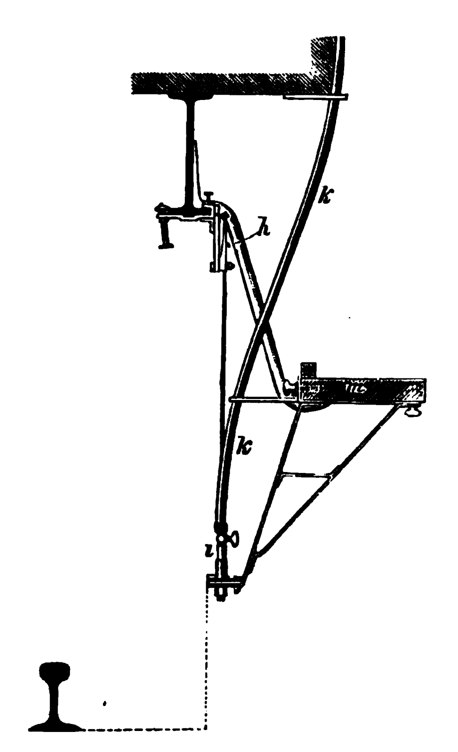


Der Mack'sche Controlapparat. Fig. 1.

Wesentlich abweichend von den bisher beschriebenen Controlapparaten ist eine neue, von Oberingenieur G. Mack (Nürnberg) herrührende Anordnung. Durch dieselbe wird der Zustand des Geleises mittelst einer am Zuge angebrachten Vorrichtung bewirkt, und zwar in der originellen Weise, daß am Bahnkörper zurückbleibende Farbenspuren ein sichtbares Bild von dem Zustande des Oberbaues geben. Diese Vorrichtung löst also das Problem wie bei dem Dorpmüller'schen Geleisemesser, die ganze Strecke, Punkt für Punkt, zu controliren, und zwar nicht nach der Befahrung des Geleises, sondern während derselben.

Der Mack'sche Apparat beruht auf der Thatsache, daß jede schlecht gelagerte oder mangelhafte Stelle im Eisenbahngeleise beim Durchfahren gewisse Stoß-

wirkungen verursacht. Ueberschreiten diese Stöße ein bestimmtes Maß, so tritt ein an einem Waggon des Zuges angebrachter Spritzapparat in Thätigkeit, welcher, je nach der Heftigkeit des Stoßes, durch Ausspritzen einer rothen beziehungsweise blauen Flüssigkeit auf dem Bahnplanum 30 bis 200 Centimeter lange, 3 bis 6 Centimeter breite Streifen markirt. Demgemäß besteht die Mack'sche Vorrichtung aus einem Apparat, welcher die Stöße und Schwingungen aufnimmt und die stärkeren dazu benützt, um den erwähnten Spritzapparat in Thätigkeit zu setzen, der die betreffenden fehlerhaften Stellen des Oberbaues auf dem Planum verzeichnet.

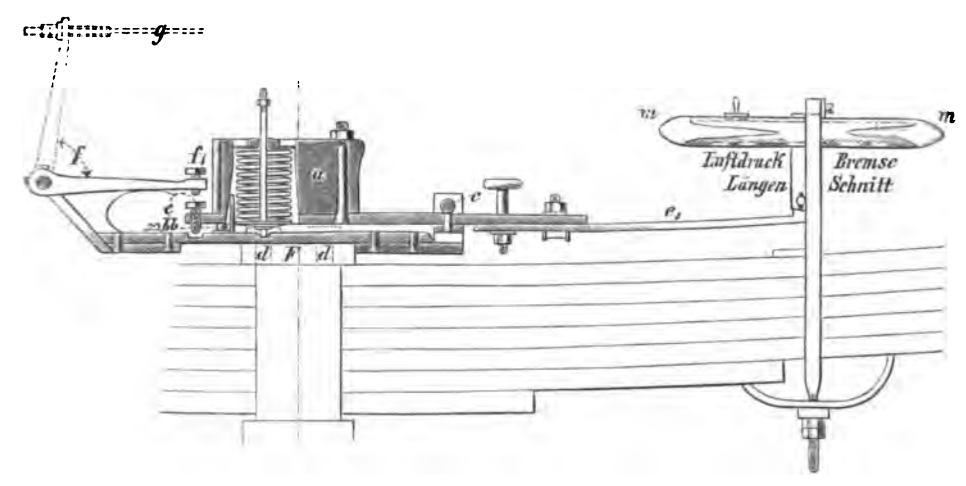


Der Mack'sche Controlapparat. Fig. 2.

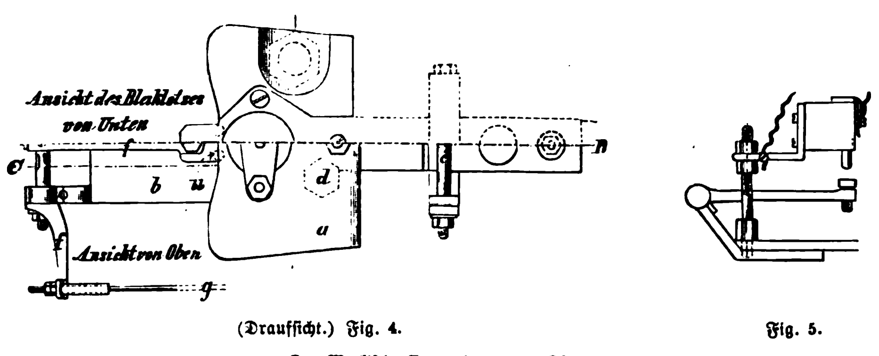
Was nun die erstere Vorrichtung — den Stoßapparat — anbetrifft, ist derselbe in Figur 3 bis 5 dargestellt. (Bilder und Beschreibung aus der Schweizerischen Bauzeitung vom 18. Februar 1893.) Mittelst zweier Schrauben d ist auf der Flantsche F des Tragfedernbundes die Lamelle b festgeschraubt. Auf derselben ruht ein 7 Kilogramm schwerer Bleiklotz a, der an der Leitstange e e' befestigt ist. Diese ist um die Achse c aufwärts drehbar. Durch den vom Wagenrad auf die Tragfedern ausgeübten Stoß an lockeren oder unebenen Stellen des Schienenstranges wird der Bleiklotz um 1 bis 15 Millimeter in die Höhe geschnellt und diese Emporhebung wird durch die im Innern des Klotzes befindliche Spiralfeder beschleunigt und erhöht.

Um nun die vielen kleinen und bedeutungslosen Vibrationen auszuschließen, wird zwischen den beiden Schrauben e und f' (Fig. 3) ein freier Spielraum von 4 bis 6 Millimeter gelassen. Durch den Winkel f wird die Bewegung auf die Verbindungsstange g (Fig. 3 und 4) und durch diese auf den Winkel h (Fig. 1) übertragen, der nun die zweite Vorrichtung, den Spritzapparat, in Thätigkeit setzt, indem er sofort das Ventil i öffnet. Dasselbe steht durch einen Gummischlauch (k in Fig. 1 und 2) mit dem Reservoir (l), das die rothe oder blaue Anilinfarbe enthält, in Verbindung. Durch die Luftdruckbremse m m (Fig. 3), die mit der Leitstange e e' verbunden ist, fällt der Bleiklotz etwas langsamer auf seinen Ruhepunkt zurück, so daß die Ausströmungen am Ventil etwas länger dauern und in Folge dessen der Streifen auf dem Bahnplanum außerhalb der Schienen, je nach der Heftigkeit des Stoßes, länger und stärker wird.

Ueber den Stoßapparat — oberhalb f f — ist ein elektrischer Contact in angemessener Höhe angebracht (Fig. 5), welcher durch Drahtleitungen mit einem im Innern des Wagens befindlichen Trockenelement und Klingelwerk verbunden ist. Letzteres ertönt bei jedem einigermaßen bedeutenden Stoß oder Schlag, so daß die Wahrnehmung und Beobachtung der Markirungen während der Fahrt wesentlich erleichtert wird, wenn der Begleiter seinen Standpunkt an der hinteren offenen Seite oder auf der hinteren Plattform des Wagens nimmt.



(Querschnitt.) Fig. 3.



(Draufsicht.) Fig. 4. Fig. 5.

Der Mack'sche Controlapparat. Fig. 3—5.

Die Mack'sche Vorrichtung wird an einem zweiachsigen Wagen angebracht, und zwar ist auf jeder Seite desselben ein Apparat, links an der einen, rechts an der anderen Achse, wobei der Spritzapparat links mit rother, rechts mit blauer Farbe versehen ist. Die am Bahnplanum haftenden Merkmale werden gleich nach der Fahrt aufgenommen und in einem Formular eingetragen, wobei die rothen und blauen Striche besonders bezeichnet werden. Die sofortige Aufnahme empfiehlt

sich deshalb, weil die Zeichen durch starken oder anhaltenden Regen verwischt werden können. Die Geschwindigkeit des Zuges, dem die Apparate beigegeben sind, soll eine gleichmäßige sein, weil sonst eine ungleichmäßige Markirung stattfindet.

2. Betriebsstörungen.

Wenn man sich vor Augen hält, wie groß die Zahl der Factoren ist, deren Ineinandergreifen die Exactheit des Betriebes bedingt, wenn man ferner erwägt, daß die Complicirtheit der Mechanismen, welche die Sicherheit erhöhen, im steigenden Maße das Versagen derselben herbeiführen kann, daß die vollkommenste Maschinerie nur dann tadellos functionirt, wenn sie einerseits durch keine störenden Einflüsse behindert, anderseits in vertrauten Händen ruht, so liegen in diesen Voraussetzungen ebensoviele Ursachen von Störungen im regelmäßigen technischen Eisenbahnbetriebe. Es ist eben irrig, anzunehmen, daß die Complicirtheit des Sicherungsapparates die Gewähr der Sicherheit in sich schließt. Manche Bahnen finden mit sehr geringen Hilfsmitteln ihr Auslangen. Auch die Vollkommenheit beziehungsweise Unvollkommenheit der Constructionen, der Werth des lebenden Materiales und die Güte der Administration sind nicht immer entscheidend. Es giebt schlecht verwaltete, mangelhaft gebaute und ungenügend dotirte Bahnen, auf welchen der Betrieb mit ausreichender Sicherheit vor sich geht, während in jeder Beziehung tadellose Einrichtungen und Mittel häufige und schwere Störungen nicht verhindern können, wenn das Zusammenwirken ungünstiger Momente dieselben zwingend nach sich zieht.

Dazu kommt, daß neben den technischen und administrativen Gebrechen zugleich dem Wirken der Elemente eine unberechenbare Bedeutung zukommt. Eine nicht minder große Rolle spielt der Zufall — ja, man kann behaupten, daß diesem weitaus der weiteste Spielraum eingeräumt ist. Denn alle Sicherheit ist nur relativ, und wenn nach menschlicher Berechnung alles klappt, kann der geringfügigste Zwischenfall zum Anlaß von schweren Störungen und Katastrophen werden. Eine weitere Verschärfung in der Combination von Möglichkeiten ist in der menschlichen Leistung, sei es in physischer oder geistiger Beziehung, gegeben. Daß ganze Kategorien von Eisenbahnunfällen bezüglich ihrer Ursachen der Ergründung sich entziehen, ist jedem Eisenbahnpraktiker bekannt. Denn nichts liegt näher bei solchen Zwischenfällen als die Wahrscheinlichkeit, daß Ursache und Wirkung verwechselt werden. Ist eine Entgleisung wegen zu großer Spurerweiterung in einem Curvengeleise erfolgt, oder ist diese durch erstere bewirkt worden? Ist eine gebrochene Achse, die

sich vorfindet, die Ursache des Unfalles gewesen oder erst in dessen Folge gebrochen? Ist ein Deckungssignal zu spät bethätigt worden, oder hat es der Locomotivführer im dichten Nebel übersehen? Hundert derartige Eventualfragen werden sich im technischen Eisenbahnbetriebe einstellen, wenn es sich darum handelt, die vorkommenden Fälle zu untersuchen.

Die Begriffe »Sicherheit« und »Unfall« lassen übrigens in ihren Wechselwirkungen die mannigfachsten Combinirungen zu. Die eingangs hervorgehobenen Momente müssen bei der Anschauung von Eisenbahnunfällen verwirrend auf die Auffassungsfähigkeit wirken, wenn die maßgebenden Anzeichen, aus denen man auf die wirklichen Ursachen des Unfalls und etwa dabei im Spiele gewesene Verschulden durch Fahrlässigkeit oder Böswilligkeit schließen könnte, verwischt sind. Die neue englische Gesetzgebung erklärt jeden, im Betriebsbereiche der Bahnen, auch in deren Werkstätten, Güterspeichern, Kohlen- und Erzgruben, Hüttenwerken u. s. w. vorgekommenen Unfall für einen unter das Gesetz über die Haftpflicht der Bahnen gehörigen »Eisenbahnunfall«. Andere Autoritäten schränken ihn auf die Unfälle ein, die beim Betriebe selbst und bei Thätigkeiten vorkommen, welche mit denselben in directer Beziehung stehen. Dritte endlich lassen nur jene Unfälle gelten, welche durch die mechanischen Einrichtungen des Betriebsapparates hervorgebracht werden.

Mit der mangelhaften Präcisirung des Begriffes »Unfall« geht jene bezüglich der »Eisenbahnsicherheit« insoferne Hand in Hand, als man sich hier klar darüber sein muß, ob man letztere auf die Passagiere oder auf die Bahnfunctionäre oder auf Beide bezieht. Manche Betriebsform ist sehr sicher für die Reisenden, weit unsicherer für die Functionäre. Zwei Bahnen können dieselbe Ausdehnung, dieselbe Dichte des Verkehrs und die gleichen technischen und administrativen Einrichtungen haben, und dennoch wird die eine dieser Bahnen unter den Einwirkungen örtlicher Verhältnisse die Sicherheit ihres Betriebes in höherem Maße gefährdet sehen, wenn beispielsweise in sie mehrere Zweigbahnen einmünden, die örtlichen Verhältnisse den Verkehr von Zügen von verschiedener Geschwindigkeit, die sich auf der Strecke überholen müssen, erfordern, der Dienst also sich complicirter gestaltet, das Personal stärker ist, Ueberblick und Leitung der Manipulationen erschwert wird. Hier kann eine Unregelmäßigkeit zehn andere im Gefolge haben, und um sie zu verhindern, wird diese letztere Bahn einen um das Vielfache höheren Aufwand von Umsicht, Fachkenntniß und Befähigung erfordern, um dasselbe Maß der Betriebssicherheit zu erzielen, wie bei der ersteren, obwohl Bahnlänge und Transportsmasse dieselben sind.

Sehr bemerkenswerth sind die folgenden Ausführungen M. M. v. Weber's: ...»Das gefahrbringende Element beim Betriebe einer Eisenbahn ist durchaus nicht der Personenverkehr allein. Die Sicherheit des Eisenbahnpersonales ist in weit höherem Maße durch die Manipulation des Güterverkehrs gefährdet. Die bei weitem größere Zahl der Opfer von Menschenleben und Gesundheit erheischt das Rangiren der Züge auf den Stationen und die Behandlung der großen Masse von Fuhrwerken,

welche der Gütertransport erfordert. Auf die Gesammtzahl der Verluste von Leib und Leben hat es wenig directen Einfluß, ob eine Bahn eine oder zwei Millionen Passagiere, zehn oder fünfzig Millionen Centner Güter transportirt. Auf die Form, in der es geschieht, kommt es allein an. Nur zur Vergleichung der relativen Sicherheit, welche die Passagiere auf den verschiedenen Bahnen genießen, kann die Anzahl der transportirten Reisenden einen gewissen Anhalt gewähren. Die Annahme leitet aber zu Trugschlüssen, wenn es die Ermittelung der gesammten Gefährdung an Leib und Leben auf einer Bahn gilt.« Weber führt weiter aus, daß als Einheitsmaß für die Vergleichung der Gefährdung, der Achskilometer, d. h. die Bewegung einer Wagen-, Locomotiv- oder Tenderachse auf die Entfernung eines Kilometers anzusehen ist; denn die bewegte Achse ist das Grundelement der Gefahren beim Eisenbahnbetriebe, und die Zahlen der Achskilometer, die auf zwei Bahnen gefahren werden, können sonach als Maß für die Gefährdungen beim Betriebe derselben angesehen werden.

In den nachfolgenden Ausführungen wird es sich hauptsächlich um jene Unfälle handeln, welche ausschließlich auf die Bahn und deren Fahrbetriebsmittel beziehungsweise auf die den Betrieb gefährdenden äußeren Einflüsse sich beziehen. Daraus läßt sich unschwer eine Gruppirung vornehmen, und zwar je nachdem die Unvollkommenheit der Constructionen oder Elementarereignisse in Betracht gezogen werden. In ersterem Falle ist der Begriff »unvollkommen« sehr dehnbar; absolut vollkommen ist eben nichts auf dieser Welt und man braucht nicht eine mangelhafte Ausführung des Schienenweges oder der auf ihm sich bewegenden Vehikel vor Augen zu haben, um zu begreifen, daß an beiden jeden Augenblick irgend ein Gebrechen zu Tage treten kann, das geeignet erscheint, einen Unfall nach sich zu ziehen. In der Regel bezeichnet man jedes Vorkommniß als »Betriebsstörung«, wenn durch dasselbe der executive Stations- oder Streckendienst momentan unterbrochen wird. Bei schweren Unfällen pflegt man von Katastrophen zu sprechen. Hierbei ist indes wesentlich die Art der Wirkung, nicht die der Ursache maßgebend. So kann beispielsweise eine Entgleisung sehr glimpflich verlaufen, aber auch mit furchtbaren Zerstörungen verbunden sein. Außerdem kommt es auf Nebenumstände an, welche eine Verschiebung der Begriffe »Unfall« und »Katastrophe« bedingen. Stürzt eine Brücke unter dem verkehrenden Zuge ein und verschlingen die Fluthen Wagen und Passagiere, so wird Niemand leugnen, daß dies eine Katastrophe der schwersten Art zu nennen ist. Erfolgt aber der Zusammenbruch der Brücke, wenn der Zug dieselbe bereits hinter sich hat, so reducirt sich der Zwischenfall auf eine mit schwerem materiellen Schaden verbundene Betriebsstörung — also auf einen »Unfall«.

Die Bahnunfälle im Allgemeinen lassen sich, wie bereits erwähnt, der Natur ihres Ursprunges nach — wobei von Pflichtversäumniß, Irrthum und der Unvollkommenheit der menschlichen Leistung überhaupt hier abgesehen werden soll — in technische und elementare eintheilen.

Die ersteren betreffen einerseits Beschädigungen oder Mängel am Schienenwege und dem Unterbau, anderseits plötzlich eintretende Gebrechen an den Fahrzeugen. Dort handelt es sich um Störungen in der Stabilität des Gefüges der Geleise, um momentan auftretende Spurerweiterungen, Kanten der Schienen, Loslösung derselben von ihren Verbindungsmitteln, Verkrümmungen u. dgl. Den Unterbau betreffen: Setzungen des Bahnkörpers, Rutschungen im Anschnitt, Deformation der eisernen Brücken oder völliger Einsturz derselben, Verdrückungen in Tunnels oder deren theilweiser Einsturz, Bewegung der Stütz- und Futtermauern, Blähungen des Bahnplanums in Einschnitten in Folge Wasserauftriebes oder anderer im Bahnkörper wirksame dynamische Ursachen.

Sehr mannigfaltig sind die an den Fahrzeugen auftretenden Gebrechen, welche zu Unfällen, beziehungsweise Katastrophen führen können. Der mechanische Fahrapparat ist nicht nur in seinen einzelnen Organen, sondern auch in seiner Gesammtheit ein so complicirter Mechanismus, daß man nach dieser Richtung, trotz aller technischen Fortschritte, dem Zufalle völlig preisgegeben ist. Dank der Strenge, mit der jedes Versäumniß pflichtmäßiger Obsorge seitens des Fahrpersonales geahndet wird, und dank den ausgezeichneten Betriebsmitteln, welche zur Zeit bei allen großen und stramm administrirten Bahnen in Gebrauch stehen, haben die von Fall zu Fall eintretenden Gebrechen in den seltensten Fällen schwere Zwischenfälle im Gefolge. Hierzu zählen: Achsbrüche an der Locomotive oder den Wagen, Tyresbrüche, Kuppelrisse, Beschädigungen an den beweglichen Theilen der Locomotive, Federbrüche, heißlaufende Achsen und deren Folgen, Versagen der durchgehenden Bremsen oder des Intercommunicationssignales oder — wo solche in Verwendung stehen — der Schienencontacte, wenn damit wichtige Signalisirungen verknüpft sind. Da indes solche Einrichtungen als ein Bestandtheil des Oberbaues aufzufassen sind, können sie nur für den Fall in die vorstehende Kategorie von Ursachen zu Störungen eingereiht werden, wenn die betreffende Vorrichtung ein Signal auf der Locomotive (z. B. die Lartigue'sche automatische Dampfpfeife) zu bethätigen hat.

Die elementaren Ursachen von Bahnunfällen liegen in den Witterungserscheinungen, sind also physikalischer Natur. Man kann sie in gewöhnliche und außergewöhnliche eintheilen. Dichte Nebel, schwere Regengüsse mit oder ohne Gewittern, dichtes Schneetreiben und Schneeverwehungen werden in die erste Kategorie, Murbrüche, Ueberschwemmungen, Erdbeben, Wirbelstürme (Tornados in Nordamerika) in die zweite Kategorie einzutheilen sein.

Wir wollen nun diesen Factoren, von welchen die Betriebssicherheit — von äußerlichen Gesichtpunkten beurtheilt — abhängig ist, im Einzelnen näher treten. Ursache und Wirkungen bei Schäden am Bahnkörper selbst wurden bereits in dem betreffenden Abschnitte dieses Werkes besprochen. Desgleichen ergeben sich aus den vorausgegangenen Mittheilungen über die in den Geleisen sich bethätigenden Bewegungen während der Fahrt die Anhaltspunkte, nach welchen die für den Betrieb

verbundenen Gefahren sich ableiten lassen. Es ist also diesbezüglich weiter nichts zu sagen.

Anders verhält es sich bezüglich der an den Fahrzeugen auftretenden Gebrechen, von welchen allerdings schon in den vorangegangenen Abschnitten hin und wieder die Rede war. Man kann sagen, daß die häufigsten Störungen des Zugsverkehrs in Verspätungen bestehen, welche größtentheils durch Dienstunfähigwerden der Fahrbetriebsmittel verursacht werden. Hierbei sind es weniger die Wagen, als die Locomotiven, welche der Beschädigung ausgesetzt sind, was bei dem außerordentlich complicirten Mechanismus der letzteren ohne weiteres verständlich ist. Ein hervorragender Fachmann sagt: »Jeder Wagen, jede Locomotive, kurz jedes Object der mechanischen Ausrüstung einer Eisenbahn ist nur in jenem Momente in vollkommen dienstfähigem Zustande, da es neu erzeugt oder eingeliefert ist oder aus der Reparatur kommt. Von diesem Zeitpunkte an wird sein Zustand verschlechtert und erreicht endlich jenen Grad, der es zu fernerem Dienste untauglich macht und zur Reparatur bemüssigt; denn jede Bewegung erzeugt Reibung, jede Reibung Abnützung, jeder Druck vermindert die Festigkeit und alterirt die Lage des Gedrückten, und wenn auch alle diese Processe anfangs meist nur mikroskopische Wirkungen verursachen, so verstärken sie und summiren sie sich fortwährend, während andere Wirkungen momentan auftreten.«

Je unvollkommener der Zustand der Fahrbetriebsmittel ist, desto wahrnehmbarer wird er dem Gehörssinne. Ein heranklappernder Zug, der alle möglichen Geräusche verursacht, wird selbst in der Beurtheilung des Laien sich als ein solcher darstellen, an welchem Vielerlei nicht klappt. Allerdings zieht ein schlechter Bahnzustand die Fahrzeuge sehr in Mitleidenschaft und so darf der Grundsatz gelten, daß, wo das Eine schlecht ist, auch das Andere nicht gut sein kann. Am stärksten sind die Radreifen der Abnützung ausgesetzt. Ist das Maß dieser letzteren so bedeutend, daß der Spielraum zwischen der inneren Schienenkante und den Spurkränzen 25 Millimeter erreicht hat, so ist Gefahr am Verzuge, da in Curven, bei Wechseln und Herzstücken die Räder das Bestreben haben, mit dem Spurkranze »aufzusteigen«. Ungenügende Tyresbreite kann auch das »Durchfallen« der Achsen am Innenstrange des Curvengeleises zur Folge haben.

Bei Gebrechen dieser Art ist es leicht, Abhilfe zu schaffen, da sich dieselben durch Augenschein ergeben. Anders dagegen steht die Sache mit den an Radreifen, Scheiben, Speichen, Naben und Kränzen auftretenden Rissen, welche zu Beginn so fein sind, daß sie entweder gar nicht wahrzunehmen oder von Unreinlichkeiten (im Anstrich untermengten Haaren, Borsten 2c.) nicht zu unterscheiden sind. Für die Praxis ist ein gewisses Maß der Ritze und Sprünge ohne Belang, doch erheischt die Vorsicht, nach Thunlichkeit Abhilfe zu schaffen. Unvollständige oder oberflächliche Revisionsarbeiten führen zu Uebersehen, welche sich hinterher schwer rächen. Ein geübtes, im Fahrdienste geschultes Gehör wird übrigens schon durch die verschiedenerlei wahrnehmbaren Geräusche die Quelle des Gebrechens entdecken. So

pflegen sich beispielsweise lose Räder durch Streifen an anderen Bestandtheilen oder Schwanken, ausgelaufene Tyres durch tactmäßiges Hämmern, zu großes Spiel des Achslagers durch Schlagen u. s. w. bemerkbar zu machen.

Augenfällig sind plötzlich eintretende Gebrechen in Folge Bruches, z. B. einer Tragfeder, was sofort ein Seitwärtsneigen des Fahrzeuges zur Folge hat. Dem Bruche eines Radreifens folgt ein starker Knall oder Schlag, viele an der Maschine eintretende Gebrechen melden sich durch entsprechende Geräusche oder im ungleichen »Schlag« des Dampfes, dem sogenannten »Galoppiren«. Das am häufigsten vorkommende Gebrechen bei Wagen ist das Warmlaufen der Achsen, das sich durch Pfeifen, Rauch oder gar Flammen, im ersten Stadium durch einen widerlichen Geruch, der von den Schmierbüchsen ausgeht, verräth.

Groß ist die Zahl der Gebrechen, welche an der Maschine auftreten und dieselbe momentan gänzlich dienstunfähig machen können. Sehr der Verletzung ausgesetzt sind die Kuppelstangen, Kreuzköpfe und Schieberstangengabeln. Der Bruch einer Kuppelstange ist insoferne sehr gefährlich, als der herabfallende rückwärtige Theil sich in der Fahrtrichtung in die Bahnkörper einbohrt und die Maschine zur Entgleisung bringen kann. Ist man genöthigt, eine gebrochene Kuppelstange zu entfernen, so muß auch die intact gebliebene abmontirt werden, da es unzulässig ist, mit einer Kuppelstange zu fahren. Hingegen ist der Bruch einer Treibstange oder deren Kurbelzapfen kein Hinderniß für die Weiterfahrt, wenn sie unter Beachtung der nothwendigen Vorsicht stattfindet oder eine Hilfsaction nicht sofort eingeleitet werden kann. Um die »Fahrt mit einem Cylinder« bewirken zu können, ist es selbstverständlich nothwendig, den Dampf im todten Cylinder unwirksam zu machen, was dadurch erreicht wird, daß nach Auslösung der Schieberstange von der Coulisse und Abnahme der Excentricstangen Kolben und Schieber ganz an das Ende des Cylinders geschoben werden. Die andere Methode, den Schieber auf den »todten Punkt« zu stellen, ist minder empfehlenswerth, weil die geringste Dampfeinströmung durch die Einströmungscanäle den Kolben an den Cylinderdeckel vorstoßen und diesen durchschlagen würde.

Nicht minder bedenklich ist das Versagen des Regulators. Durch Bruch der Regulatorstange kann der Regulator entweder constant offen oder geschlossen bleiben; in ersterem Falle kann der Zug mittelst Reversiren, Bremsen und Sandstreuen bis in die nächste Station geführt, im zweiten Falle muß er jedoch sofort zum Stehen gebracht werden. Das Versagen der Dampfpfeife hat zur Folge, daß dieselbe entweder ununterbrochen forttönt oder zum Tönen nicht zu bringen ist. Gefährlich kann nur — unter gewissen Voraussetzungen — der letztere Zustand werden, so daß vorsichtige Weiterfahrt und Verminderung der Geschwindigkeit diesfalls geboten sind.

Wie groß die Achtsamkeit des Maschinenpersonales sein muß, ergiebt sich aus der Erwägung, daß jedes scheinbar noch so geringfügige Vorkommniß dem vertrauten Ohre sich bemerkbar macht. Schlagen die Kolben, so rührt dies von

ausgeleierten Ringen, losen Muttern oder Deckeln, oder von den harten Kugeln, welche sich aus Kohlenstaub und Oel in den Kolben bilden, her. Aeußert sich die abnormale Bewegung der Kolben nun durch ein charakteristisches Summen, so liegt die Ursache in ungenügender Schmierung oder zu harter Beweglichkeit der Theile. Auf denselben Sachverhalt ist das eigenthümliche Pfeifen der Schieber rückzuführen.

Das Platzen eines Sieberohres hat zur Folge, daß das Feuer rasch verlöscht und der Wasserstand im Kessel rapid abnimmt. In Folge zu geringen Wasserstandes tritt ein Verbrennen der Rohre und des Plafonds ein, was leicht zu erkennen ist. In diesem Falle hat der Führer aller Mittel, welche zum Sinken der Dampfspannung beitragen, sich zu bedienen: Entfernen des Feuers, Oeffnen der Heizthüre, Lösen der Federwage am Sicherheitsventil u. s. w. Das Platzen oder Rinnen eines Sieberohres kann unter Umständen durch Eintreiben eines eisernen Stoppels an der Seite des Feuerkastens und eines hölzernen an der Seite der Rauchkammer unschädlich gemacht werden. Selbstverständlich muß zur Vornahme dieser Manipulationen die Maschine vorher zum Stehen gebracht worden sein. Zugleich ist der Wasserstand mindestens bis zum zulässig tiefsten Punkte zu erhalten. Ist die Verstoppelung nicht durchführbar, so muß das Feuer beseitigt und nöthigenfalls das Wasser abgelassen werden.

Eine Unterbrechung der Fahrt ist immer eine mißliche Sache, weil eine unvorhergesehene Störung die Verkettung einer ganzen Reihe von Zwischenfällen herbeiführen kann. Besonders störend ist sie bei Personenzügen, weil hierbei leicht das Mißvergnügen der Passagiere erweckt wird. Tritt daher ein Gebrechen an der Locomotive, dem Tender oder einem der Wagen ein, so hat der Maschinenführer unter Mithilfe des Zugsbegleitungspersonales alles aufzubieten, um den Schaden schnell und nach Maßgabe des Grades der Beschädigung so gut als möglich zu beseitigen, damit der Zug mit thunlichster Abkürzung der Verspätung in die nächste Station gebracht werde. Sollten während der Fahrt dem Führer sich Wahrnehmungen aufdrängen, welche es als wahrscheinlich erscheinen lassen, daß die Maschine in Kürze dienstunfähig werden könnte, so hat er zeitrecht darauf bedacht zu sein, eine Hilfsmaschine zu bestellen.

Zu den herkömmlichen Zwischenfällen während der Fahrt gehören ferner die Zugstrennungen. Sie treten bei Personen- und überhaupt schnellfahrenden Zügen äußerst selten, häufiger bei schweren Güterzügen auf, sodann hauptsächlich auf Gebirgsbahnen, weniger auf Thalbahnen. Das Loslösen eines Zugstheiles wird bei Personenzügen, welche gewisse Intercommunicationssignale führen, dem Locomotivführer selbstthätig signalisirt. In allen anderen Fällen wird dem Maschinenpersonale der Vorfall, sollte es ihn nicht selbst wahrnehmen, entweder durch die Zugsbegleiter oder die Streckenwächter mittelst des Haltsignals zur Kenntniß gebracht. Der Führer hat nun zu entscheiden, was zu geschehen hat. Ist er dem getrennten Theile so weit voraus, daß er ihn aus dem Gesichte verloren hat, so ist die Beobachtung mehrfacher Maßnahmen nothwendig, welche mit größter

Vorsicht durchgeführt werden müssen. Zunächst hat der Führer die rückgängige Bewegung einzuleiten, wobei in bedecktem Terrain mit vielen Krümmungen und Einschnitten ein Bediensteter auf die Entfernung von etwa einem Kilometer voranzugehen hat. Bezüglich der weiteren Maßnahmen kommt es darauf an, in welcher Verfassung sich der zurückgebliebene Zugstheil befindet. Wurde dieser mittelst der Handbremse zum Stehen gebracht, so wird der rückläufige Zugstheil sachte angeschoben und die Nothkuppelung bewirkt; im Gegenfalle hat der Führer mit seinem Zugstheile die Geschwindigkeit mit Berücksichtigung der Geschwindigkeit des getrennten Zugstheiles derart zu mäßigen, daß dieser ohne heftigen Anprall an den vorlaufenden Theil anschließe, worauf der ganze Zug zum Stehen gebracht und die Nothkuppelung bewirkt wird. Schwieriger gestaltet sich diese Maßnahme, wenn der abgetrennte Theil auf einer Steigung eine der Fahrtrichtung entgegengesetzte Bewegung angenommen hat und nicht wirksam gebremst werden kann. In diesem Falle hat, sobald Entfernung und Nebenumstände es nicht verbieten, der Führer dem getrennten Zugstheile in rückläufiger Bewegung nachzufahren und zu trachten, ihn einzuholen und sachte anzufahren, um die Nothkuppelung vornehmen zu können. Selbstverständlich ist bei allen Betriebsstörungen auf der Strecke dieselbe im Bereiche des Zwischenfalles nach vor- und rückwärts so lange zu decken, bis die Störung behoben und der liegengebliebene Zug die Weiterfahrt angetreten hat. Bei Bahnen mit Blockeinrichtungen ist die Einfahrt in die betreffende Strecke ohnedem gesperrt, so lange sich der vom Unfall betroffene Zug auf derselben befindet.

Die Praxis des Bahnbetriebes hat die eigenthümliche Erscheinung zu Tage gefördert, daß eine Anzahl von Unfällen sich meist in einem kurzen Zeitraum zu folgen pflegt, was nicht ohne demoralisirende Wirkung auf das Zugspersonale bleibt. Ob nun die letztere oder das zufällige Zusammentreffen der die Unfälle bedingenden Ursachen hieran den Hauptantheil haben, ist umso schwerer festzustellen, als die Kenntniß, welche zur Gestaltung einer competenten Ansicht über das Vorgefallene sich als nothwendig erweist, in vielen Fällen verschleiert ist. Es liegt dies in den bereits eingangs auseinandergesetzten Causalitätsverhältnissen zwischen Ursache und Wirkung. Dazu kommen Befangenheit des Urtheiles und andere moralische Momente, worunter die rasche Beseitigung von Indicien für vorliegende Verschuldung zum Zwecke der Beruhigung der öffentlichen Meinung die verwerflichste ist. Selbst bei der besten Administration kommen solche Vertuschungen vor, welche eine spätere gründliche Erörterung der Unfallsursachen erheblich erschwert oder ganz unmöglich macht.

Auch die technische Seite dieser Frage liegt nicht so einfach, wie man annehmen möchte. Achsbrüche, welche in rascher Aufeinanderfolge stattfinden, machen es zur zwingenden Nothwendigkeit, ganze Lieferungsserien derselben zu untersuchen, um weitere Unfälle zu verhüten. Ob dies immer möglich sein wird, ohne den Betrieb durch Entzug von Fahrbetriebsmitteln zu benachtheiligen, sei dahingestellt.

Häufige Tyresbrüche können ebenso häufig dem Materiale, wie äußeren Ursachen, z. B. starken Temperaturwechseln in der kälteren Jahreszeit, anhaltender strenger Kälte oder selbst Mängeln am Oberbau zugeschrieben werden. Wird den wahren Ursachen nicht nachgeforscht, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn die Unfälle in rascher Aufeinanderfolge eintreten. Bei einem gleichalterigen und gleichmäßig in Anspruch genommenen Rollmateriale wird das Eintreten häufiger und gleichartiger Gebrechen consequenterweise der im gleichen Maße fortgeschrittenen Abnützung zuzuschreiben sein.

Wir kommen nun auf diejenigen Betriebsstörungen zu sprechen, deren Ursachen physikalischer Natur sind. Nennen wir sie kurzweg: elementare Zwischenfälle. Schwere Regenfluthen, Gewitterstürme sind meteorische Erscheinungen, welche vornehmlich an dem Bahnkörper schwere Beschädigungen nach sich ziehen können, während sie den fahrenden Zug selbst wohl kaum ernstlich bedrohen. Im Bereiche großer Ströme, mehr noch aber in Gebirgsländern, wo das plötzliche Anschwellen der Wildbäche und Torrenten in kürzester Zeit die größten Verheerungen herbeizuführen pflegt, sind ausgiebige und anhaltende Regengüsse besonders zu fürchten. Sehr lehrreiche Beispiele hierfür bieten die in den östlichen Alpenländern gelegenen Bahnen, wo in Folge der fortschreitenden Entwaldung der sehr bewegliche bröckelige Felsboden jedes Haltes beraubt und durch die Regenfluthen fortgeschwemmt wird. Thalengen werden binnen wenigen Stunden in ein Strombett mit wildtobenden, schlammbraunen Fluthen verwandelt, welche den Schienenweg auf ansehnliche Strecken derart vom Boden wegfegen, daß nichts mehr sein ehemaliges Dasein verräth. Die Gebirgsbahnen weichen solchen gefährlichen Stellen nach Möglichkeit aus,[1] indem sie die in das Hauptthal hineinragenden Muren tunnelartig unterfahren. Rationelle Wildbachverbauungen können die Gefahr wohl herabmindern, jedoch nicht gänzlich beseitigen.

Eine sehr störende, mannigfache Gefahren in sich schließende Erscheinung ist der Nebel. Er wird besonders im Rangirdienste großer Stationen, wo eine fortwährende intensive Bewegung auf all den zahlreichen ineinander verschlungenen Geleisen stattfindet, im hohen Grade bedrohlich. Aber auch auf der Strecke ist er ein gefürchteter Gast, weil er die Wirksamkeit der optischen Signale beeinträchtigt. Manches Signal wird entweder gänzlich übersehen oder zu spät wahrgenommen und die möglichen Folgen liegen auf der Hand. Im nebelreichen Großbritannien ist die Sicherheit des Betriebes oft durch viele Wochen ganz in die Hand eines Signalmännercorps gegeben, das sich in wunderbarer Weise an diese Verhältnisse angepaßt hat und seinen Dienst mit staunenerregender Präcision verrichtet. Vornehmlich ist es die Dichte des Verkehrs im Bereiche der großen Londoner Bahnhöfe, welche ein großes Maß von Verantwortung den Signalmännern aufbürdet. Hier hat sich denn auch eine diesen Zuständen entsprechende sehr wirksame Signalart entwickelt: das Knallsignal oder, wie es in England bezeichnender genannt wird: das »Nebelsignal«. Dasselbe bildet während andauernden Nebelwetters die einzige Gewähr

für die Betriebssicherung. Manche große Londoner Station verbraucht an einem einzigen Nebeltage anderthalb- bis zweitausend Kapseln. Auf dem Continente finden die Knallsignale, wie wir bereits anderwärts ausgeführt haben, weit weniger Anwendung, obwohl auch hier die Noth sie zu einem schätzenswerthen Auskunftsmittel gemacht hat.

Zu den regelmäßigen, den Bahnbetrieb störenden elementaren Zwischenfällen zählen Schneefall und Schneeverwehungen. Der Schneefall an sich, sobald er bei ruhiger Luft erfolgt und aus compacten großen Flocken besteht, wird der Bahn weniger bedrohlich, da die Freihaltung des Geleises diesfalls auf keine nennenswerthen Schwierigkeiten stößt. Die Schneelage wird den Locomotiven erst dann gefährlich, wenn sie so hoch ist, daß die Aschenkasten zu streichen beginnen und somit die Betriebsfähigkeit der Maschinen in Frage gestellt wird. Um dies zu verhüten, genügt die Verwendung von Schneepflügen und Schleudern. Ganz anders stellt sich aber die Angelegenheit, wenn der Schneefall in der Form kleiner trockener Krystalle erfolgt und überdies heftige Luftströmungen die Schneelage in Bewegung setzen. Die leichten, staubförmigen Massen werden dann zu gewaltigen Wehen aufgethürmt, welche in kürzester Zeit die Bahn förmlich verschwinden machen, so daß mit Pflügen dagegen nicht mehr aufzukommen ist. Um sich solcher Zwischenfälle, die den regelmäßigen Betrieb oft durch viele Tage, ja durch Wochen stören können, zu erwehren, führt man an den besonders bedrohten durch die Erfahrung gekennzeichneten Stellen der Bahn Schutzvorrichtungen auf, welche man Schneeschutzanlagen nennt.

Der Schnee ist schon an sich störend, da er durch seine Nässe die Adhäsion beeinträchtigt und damit den Widerstand der gezogenen Wagen vermehrt, die Beweglichkeit des Mechanismus der Locomotive stört. Bei geringer Schneelage behilft man sich damit, daß entweder die Zugsmaschine selbst dieselbe durchbricht oder eine Vorspannmaschine zu Hilfe genommen wird. In dem einen wie in dem anderen Falle muß Sorge getroffen werden, daß der Aschenkasten nicht an der Schneelage streift. Er ist also eventuell abzunehmen. Vergrößert sich das Hinderniß, so ist der Zug zum Stehen zu bringen und nun mit der abgekuppelten Maschine der Versuch zu unternehmen, die Schneelage zu durchbrechen, jedoch mit Festhaltung an dem Grundsatze, daß der Angriff auf das Hinderniß nicht mit jener Gewalt unternommen werden darf, daß die Gefahr des Steckenbleibens der Maschine ohne Möglichkeit der Befreiung platzgreife. Die Geschwindigkeit bei dem Durchbruchsversuche hat daher eine mäßige zu sein. Das gleichzeitige Vorgehen zweier Maschinen ist durchaus unzulässig, weil die rückwärts angekuppelte zweite Maschine kein directes Hinderniß zu überwinden hat und die vordere durch die Gewalt des Stoßes unbedingt gefährden würde. Die zweite Maschine wird hingegen mit Vortheil in Action treten, wenn es der ersten nicht möglich sein sollte, aus den verkeilten Schneemassen herauszukommen. Ist der Angriff erfolgt, so müssen die Schienen an jener Stelle, wo das Festfahren stattgefunden hat, von dem daselbst

zusammengepreßten Schnee und den unter den Rädern gebildeten keilförmigen Schneeklötzen befreit werden. Die Angriffe sind so oft zu wiederholen, bis der Durchbruch geglückt und die Schienen in der vorstehend angedeuteten Weise gesäubert worden sind.

Ist ein Durchkommen jedoch nicht möglich, so muß der Zug in die Abgangsstation zurückgeschoben werden, und zwar mit umso größerer Vorsicht, je mehr sich die Schneeverhältnisse verschlechtert haben. Bei solch' rückgängigen Bewegungen ist die Entgleisungsgefahr imminent, da die Räder der leichten Wagen, insbesondere in Curvengeleisen, leicht aufsteigen.

Ist der Zug anstandslos in die Abgangsstation zurückgeschoben worden, so ist die Abräumung des Hindernisses mittelst des Schneepfluges vorzunehmen. Dieser letztere kann übrigens auch dann mit Vortheil zur Verwendung kommen, wenn die Schneelage den Betrieb noch nicht behindert, eine Ansammlung größerer Niederschlagsmengen aber vorgebeugt werden soll. Es fährt dann der Pflug einfach vor dem Zuge und werden demselben einige Arbeiter beigegeben, welche erforderlichen Falles einzugreifen haben.

Fährt ein Schneepflug dem Zuge voraus, so hat derselbe eine möglichst gleiche Geschwindigkeit einzuhalten, nach der sich auch der nachfolgende Zug zu richten hat. Erhöhte Vorsicht wird dann am Platze sein, wenn der vorangehende Pflug voraussichtlich an ein nicht ohne weiteres zu bewältigendes Hinderniß gelangen sollte. Ist dasselbe sehr bedeutend, so wird vor dem eigentlichen Anlaufe die Handarbeit einzugreifen haben. In diesem Falle müssen 3 bis 5 Meter von einander entfernt liegende Schneegruben (Querschläge) von 2 bis 2·5 Meter Länge und 2·5 bis 3 Meter Breite bis zur Schienenoberfläche herab durch Arbeiter ausgeschaufelt werden.

Eine mittelst des Schneepfluges freigemachte Strecke bedarf auch fernerhin der sorgsamsten Ueberwachung, da selbst dann, wenn derlei Strecken schon befahren worden sind, durch später eingetretenen Frost die alte Schneebahn — z. B. in Einschnitten — in der Sohle sich erhöht und die Seitenwände verengt. Ferner wird der innerhalb der Schienen und über denselben befindliche Schnee durch die darüber hinwegrollenden Räder zusammengedrückt und fester an die Schienen gepreßt, wodurch namentlich in Krümmungen und bei Wegübersetzungen Entgleisungen stattfinden können. Der Maschinenführer hat bei derlei Fahrten darauf zu achten, ob der Schnee tief genug abgenommen ist, ob die Schienen an den inneren Seiten von Schnee und Eis auf entsprechende Tiefe gereinigt sind, ob in Einschnitten die Breite der Ausschaufelung genügend ist, so daß die Durchfahrt mit Rücksicht auf die breitesten Wagen anstandslos geschehen kann. Diese Vorsicht ist umso nothwendiger, als die erste Aushebung der verwehten Strecken der wünschenswerthen baldigen Behebung des Hindernisses wegen nur auf mäßige Breite stattfindet und dieselbe erst später durch Handarbeit vergrößert wird. Nicht minder hat der Führer fortwährend darüber zu wachen, daß das Wasser in dem Speiseapparate

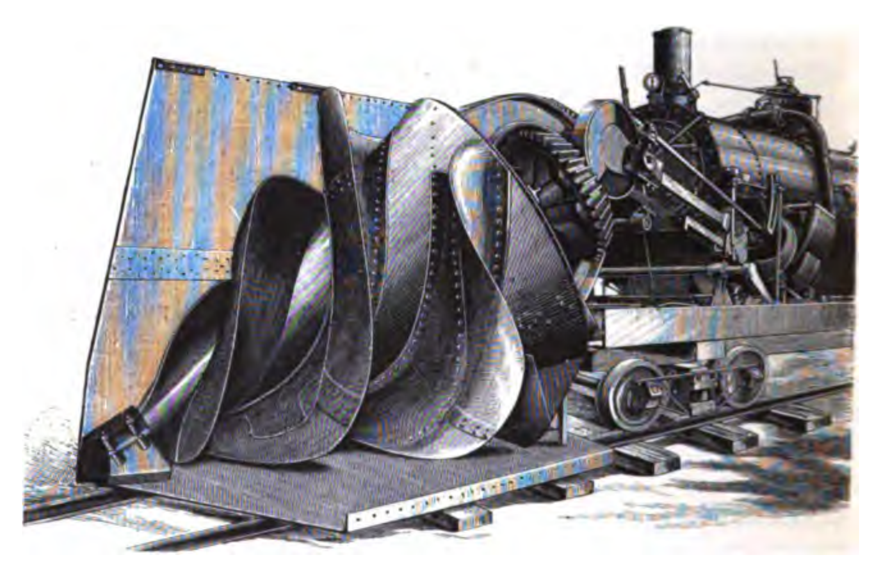
nicht einfriere. Ist dies unter Anwendung aller vorhandenen Hilfsmittel nicht zu verhindern, so muß das Wasser sowohl aus dem Kessel als aus dem Tender abgelassen werden.

Die gewöhnlichen Schneepflüge sind sechsräderige Fahrzeuge mit Verticalkeil und horizontaler Schneide, die Seitenflächen windschief nach rückwärts bis zur größtmöglichen Ausladung verlaufend, durchaus mit Blech verkleidet und mit Steinen belastet, ohne Federspiel und mit 4—6 Tons Druck per Achse. Mitunter sind keilförmige Apparate direct an den Locomotiven angebracht. Sie werden in der Regel bei ein Meter hoher Schneelage, in England und Amerika sogar bei drei Meter hoher Schneelage angewendet. Dieselben haben indes den großen Nachtheil, daß sie — insbesondere bei einseitigen Schneewehen — oft vorkommenden Entgleisungen dadurch sehr gefährlich werden, daß der Pflug mit der Spitze in dem Boden sich festsetzt und so für die Locomotive bedenkliche Folgen nach sich ziehen kann. Ein weiterer Uebelstand ist der, daß, da der Pflug zu nahe an der Maschine ist, bei großer Schneehöhe der Mechanismus und die Räder der letzteren mit Schnee angefüllt werden. Für Strecken ohne oder mit nur unbedeutenden Verwehungen dagegen eignen sich solche Schneepflüge vorzüglich dazu, den frisch gefallenen Schnee durch eine, wenn nöthig, täglich mehrmals fahrende Reservelocomotive zu beseitigen. Ein sehr zweckdienlicher Apparat rührt von Oberingenieur Slávy her. Derselbe ist aus Blech und Winkeleisen construirt und ist speciell in der Form der beiden Pflugflächen und in dem mantelartigen Schirm, wodurch dem Mechanismus der Locomotive ausreichender Schutz gewährt wird, charakteristisch und durchaus originell.

Schneepflüge, welche nicht von der Locomotive, sondern von Pferden gezogen werden, kommen selten in Anwendung. Sie haben die Form der gewöhnlichen auf Landstraßen in Gebrauch stehenden »Schneeschlitten«, nämlich diejenige eines Keiles mit Schrägdielen, welche bis zur Bettungskante reichen, damit der Schnee in der ganzen Breite der Bettung beseitigt werden könne. Die untere Seite der Dielen und die Ausschnitte für die Schienen sind mit Eisen beschlagen. Besondere Vorsicht ist nöthig an Wegübergängen, Weichen, insbesondere aber auf offenen Brücken, wo die Pferde auf dem Dielenbelag leicht Schaden nehmen können. Derselbe ist daher vor Eintritt des Winters genau zu untersuchen. Der Schneeschlitten wird von einer Anzahl Arbeitern begleitet, welche denselben erforderlichen Falles sofort vom Geleise entfernen.

Durchaus eigenartig und in Anbetracht der zu bewältigenden gewaltigen Schneemassen auf sehr ausgedehnten Strecken außergewöhnlich dimensionirt sind die amerikanischen Schneepflüge, von welchen hier einige der bemerkenswerthesten Constructionen abgebildet sind. Es sind keine einfachen Schneepflüge, sondern Schleuderapparate von oft erstaunlicher Leistungsfähigkeit. So vermag beispielsweise der von Orange Jull construirte, von zwei Locomotiven geschobene Pflug die Bahn in einer Breite von drei Metern von einer Schneemasse von

236 Cubikmeter in einer Minute zu befreien. In etwa sieben Minuten verrichtet er eine Arbeit, zu welcher hundert Arbeiter zum Mindesten einen vollen Arbeitstag benöthigen würden. Der Hauptbestandtheil des Jull'schen Apparates besteht aus einem gewaltigen Bohrer, dessen Spitze nur einige Centimeter über die Spitze der Schienenkante emporragt. Der Antrieb erfolgt durch eine kräftig wirkende Dampfmaschine, welche im Pflugwagen montirt ist und deren Bewegung durch Hebelmechanismen und Zahnräder auf die Achse des Bohrers übertragen wird. Die Geschwindigkeit, mit welcher sich letzterer dreht, kann bis auf 300 Umdrehungen in der Minute gesteigert werden. Die gelockerten Schneemassen laufen mit großer Geschwindigkeit an den schraubenförmigen Flügeln empor und ihre Fliehkraft



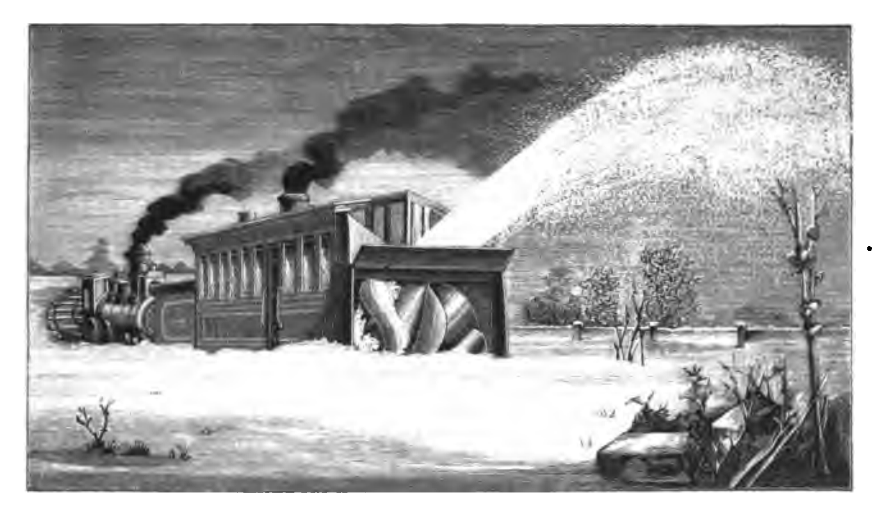
Mechanismus des Schneepfluges von Orange Jull.

steigert sich hierbei in solcher Weise, daß sie schließlich, beim letzten Flügel angelangt, in weitem Bogen und garbenartig durch die Oeffnung im Dache des Bohrergehäuses hinausgeschleudert werden.

Während Jull's Apparat, wie wir gesehen haben, die Schneemassen durchbohrt, erzielt die Construction von Mc. Carthy und Moran die gleiche Wirkung mit dem Durchschneiden der Schneemassen. Der Schneepflugwagen, auf zwei Trucks ruhend, trägt an der vorderen Seite einen mächtigen, aus Stahlplatten gebildeten Panzer von dreieckigem Querschnitte, der nach vorne in eine concave Schneide ausläuft. Aus den Seitenwänden dieses Panzers, der als Pflugschar zur Durchschneidung der Schneemassen dient, ragt je eine Welle hervor, auf der in entsprechender Weise eine Art Schiffsschraube mit vier Flügeln befestigt ist. Diese Flügel sind, gleich den Wellen, aus Stahl erzeugt und derart gegen die Verticale

geneigt, daß der Schnee durch sie unter einem bestimmten, von den jeweiligen Verhältnissen abhängigen Winkel über das Bahnplanum hinausgeschleudert wird. In dem Schneepflugwagen selbst ist ein Dampfkessel untergebracht, welcher die drei mit ihm verbundenen Dampfmaschinen mit Arbeitskraft versorgt. Zwei dieser Maschinen sind Rotationsmaschinen; sie sind an der Vorderwand des Wagens untergebracht und treiben, von einander völlig unabhängig, je ein Flügelrad.

Die dritte Maschine ist eine liegende Dampfmaschine und sie bethätigt jenes Paar kleinerer Schneeräder, das im oberen Theile der Panzerschneide auf einer gemeinschaftlichen Welle befestigt ist. Der Pflug wird durch die Zugslocomotive oder durch eine besondere Locomotive vorwärts bewegt. Mit seiner scharfen Panzerschneide dringt er in die Schneelage ein und zertheilt sie, während die Flügel der

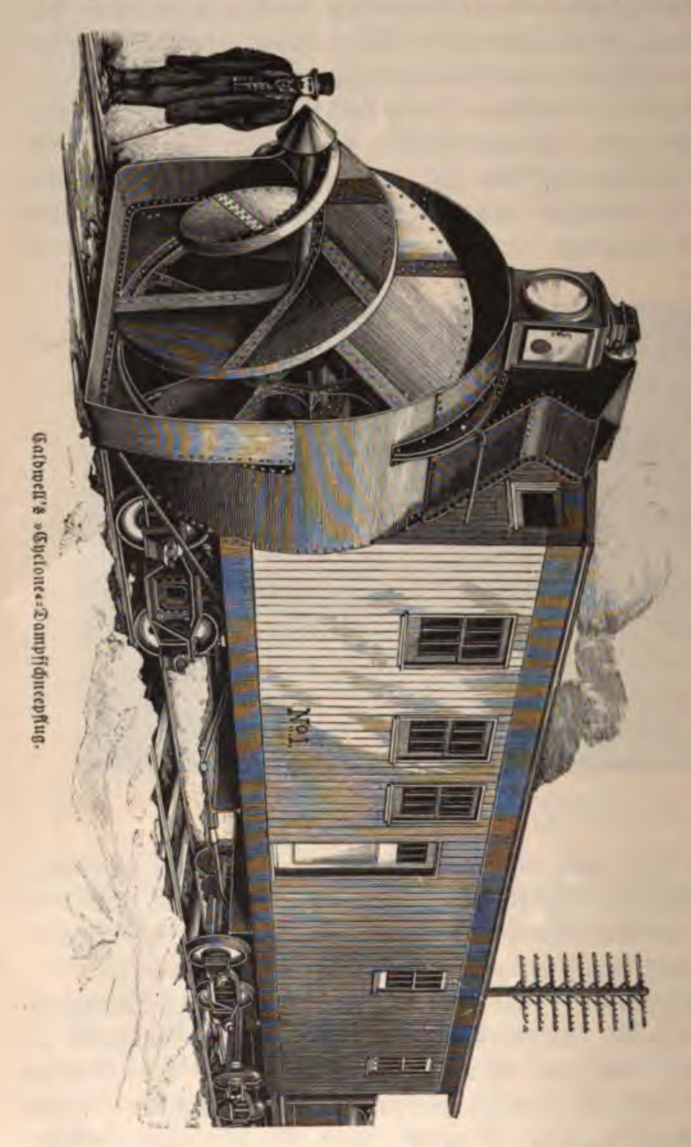


Schneepflug von Orange Jull.

Räder, welche in einer Minute mehr als 200 Umdrehungen machen, den gelockerten Schnee über den Bahnkörper hinausschleudern. Durch diese Anordnung wird verhindert, daß der Schnee an der Seite des Pfluges sich allmählich zu einer dichten, compacten Masse ansammelt, beziehungsweise Pflug und Maschine festrennen.

Eine andere Construction — Caldwell's »Cyclone«-Dampfschnellpflug — erinnert lebhaft an Jull's Schneebohrer. Die Aufgabe, den Schneewall zu durchdringen und ihn zu lockern, fällt beim Caldwell'schen Apparate einem Bohrer mit horizontaler Welle und nur wenigen Windungen zu. Unmittelbar an den Bohrer schließt eine mächtige rotirende Trommel, deren Gehäuse oben in einer Oeffnung einen entsprechend geneigten trichterförmigen Ansatz trägt. Die Welle des Bohrers geht durch die hohle Welle der Trommel, so daß beide sich unabhängig von einander bewegen. Die Trommel wird durch eine doppelte, aufrecht stehende Dampfmaschine bethätigt, also durch eine in vier Cylindern entwickelte Arbeitskraft.

Der Antrieb des Bohrers erfolgt durch eine ähnliche, ebenfalls doppelte und aufrecht stehende Dampfmaschine von der gleichen Größe. Den Dampf liefert ein Locomotivkessel, der in dem Wagen hinter der Maschine gelagert ist. Befindet sich der Pflug in voller Bewegung, so werden die gelockerten Schneemassen durch die Windungen des Bohrers in die Trommel geführt, wo sie eine bedeutende Centrifugalkraft erhalten und durch den Trichter des Trommelgehäuses ins Freie geschleudert werden. Eine in der Oeffnung des Gehäuses angebrachte Klappe gestattet, die Richtung der austretenden Schneegarbe beliebig zu ändern, so daß örtliche Verhältnisse Berücksichtigung finden können.



Caldwell's »Cyclone«-Dampfschneepflug.

Von den vorstehend erläuterten Mitteln, die Bahn von ihren Schneemassen zu befreien, unterscheiden sich ganz wesentlich jene Vorkehrungen, welche dieselben verhindern, also die Ursache beseitigen sollen. Seit einem halben Jahrhundert wird dieser Frage von betheiligter Seite die vollste Aufmerksamkeit geschenkt, ohne daß es gelungen wäre, eine in jeder Hinsicht befriedigende Grundlage für die zu treffenden Maßnahmen zu gewinnen. Manche Bahnverwaltungen haben es sogar versäumt, sich mit dieser Frage überhaupt zu beschäftigen, andere wieder sind mehr

oder weniger empirisch vorgegangen, wodurch dem Uebel selbstverständlich nicht gesteuert wurde. Der Kern der Frage lag und liegt nämlich darin, die Gesetze zu ergründen, nach welchen die Bildung von Schneewehen vor sich geht. Dies ist zwar nicht Sache des Eisenbahntechnikers, sondern jene des Meteorologen, aber in der Noth lernt man beten, und ein erleuchteter Kopf wird es wahrlich nicht verschmähen, sich mit Dingen abzugeben, die zwar nicht unmittelbar in seine Berufssphäre fallen, in dieselbe jedoch hinübergreifen.

F. Schuberth, dem man eine werthvolle Schrift über »Schneewehen und Schneeschutzanlagen« verdankt, macht darauf aufmerksam, daß dieselben Thatsachen und Erfahrungen, welche bereits Fries und Targé in ihren Werken aus den Jahren 1847 und 1848 angegeben, in allen späteren Veröffentlichungen, wenn auch entsprechend ergänzt und erweitert, wiederkehren. Anderseits ist aber sogar ein Rückschritt zu verzeichnen, indem Fachmänner vielfach für die Schneepflüge beziehungsweise die größeren Schleudermaschinen eintreten, und hierbei auf das Beispiel Nordamerikas, Skandinaviens und anderer Länder hinweisen. Indem Schuberth dieser Anschauung entgegentritt, entwickelt er in ausführlicher Weise Wesen und Größe der Schneeablagerungen, die verschiedenen Arten von Schutzvorkehrungen, sowie die Maßnahmen während des Betriebes. Von besonderem Interesse ist die Mittheilung einer Zusammenstellung des königlich preußischen meteorologischen Institutes über die Schneeverhältnisse und die damit verbundenen Betriebsstörungen während der außergewöhnlich starken Schneefälle in dem Zeitraum vom 20. bis 24. December 1886. Damals traten auf den preußischen Bahnen 334 Zugsstockungen ein und betrug die Höhe des Schnees an den Störungsstellen durchschnittlich 110 Centimeter. Vertheilt man die Zugsstockungen nach der Höhe des Schnees, so ergiebt sich, daß

8%	der	Züge	bei	einer	Schneehöhe	von	0·3	bis 0·5	Meter
36%	»	»	»	»	»	»	0·5	» 1·0	»
49%	»	»	»	»	»	»	1·0	» 2·0	»
7%	»	»	»	»	»	»	mehr	als 2	»

stecken geblieben sind. Ferner blieben 67% der Züge in Einschnitten, 28% im freien Felde und 5% auf Bahndämmen liegen; so daß also von den 67% der Züge, welche in Einschnitten ins Stocken geriethen, nur 7% auf größere Schneetiefen als 2 Meter entfallen. Die etwa neunmal größere Anzahl blieb in niedrigeren Einschnitten, oder wohl richtiger in den niedrigen Anfängen der Einschnitte (in der Nähe der Einschnitts-Nullpunkte) liegen. Hieraus folgert Schuberth, daß einerseits gerade den niedrigen Theilen der Einschnitte bei Herstellung von Schneeschutzvorkehrungen eine besondere Beachtung zu schenken sei, sowie anderseits, daß die Schneeprofile an sich in den vorstehenden Fällen keineswegs erheblich groß waren.

Der Stand der Frage bezüglich des wirksamsten Bahnschutzes gegen Schneeverwehungen ist der, daß in erster Linie die örtlichen Erfahrungen als entscheidend zu gelten haben, welche Stellen geschützt werden sollen. In zweiter Linie

handelt es sich um die Wirksamkeit des Mittels. Als solche figuriren: einfache Schwellen oder Bretterzäune, einfache dichte Zäune mit Wall und Abgrabung, dichte Doppelzäune, Doppelzäune aus Schwellen, Flechtwerk oder Hecken, Doppelzäune mit Erdwällen, Drahtzäune und schließlich versetzbare Schutzmittel. Sie alle sind auf dem Wege der Erfahrung erprobt worden, wodurch zunächst die Anhaltspunkte für die in jedem einzelnen Falle erforderlichen Vorkehrungen gegeben sind. Nicht ganz so einfach ist aber die Sache schon aus der ganz zwanglos sich ergebenden

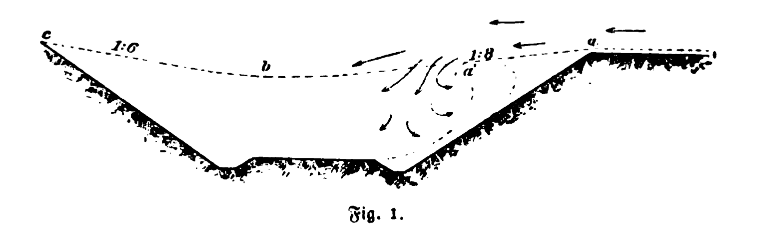


Fig. 1.

Erwägung, daß nicht ausschließlich die Form, in der die Erscheinung auftritt, maßgebend sein kann, sondern vielmehr ein bestimmter Factor, den man die »Größe des Ablagerungsquerschnittes« nennt. Indes ist auch dieser Factor sehr veränderlich, da er von der Stärke, Art und Dauer des Schneetreibens, von der Geschwindigkeit des Sturmes, von der Menge und Beschaffenheit des bereits vor Eintritt des Sturmes gefallenen Schnees und schließlich von der Ausdehnung und Beschaffenheit des Vorlandes abhängt. Dieser letztere Punkt ist insoferne von Wichtigkeit, als die

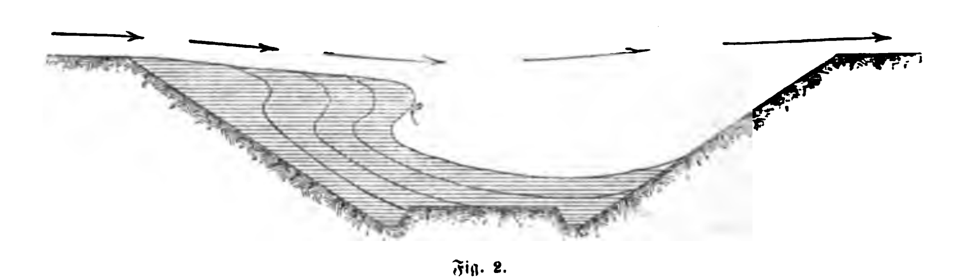


Fig. 2.

Wirksamkeit der Schutzvorkehrungen ganz wesentlich von der Entfernung, aus welcher Schnee herangetrieben werden kann, abhängt.

Dies ergiebt sich aus Folgendem: Es entfällt ein Quadratmeter Querschnittsfläche jener Schneemasse, welche der Sturm an einer bestimmten Stelle ablagert, bei Ausdehnung (Tiefe) des Vorlandes von über 800 Meter durchschnittlich auf je 40 Meter, bei geringerer Ausdehnung indes schon auf 30 Meter u. s. w. Nicht minder von Einfluß ist die Beschaffenheit des Vorlandes; Hindernisse irgend welcher Art, die sich dem Schneetreiben entgegenstellen (Hecken, Baumgruppen, Gräben, Hügelwellen u. s. w.) wirken erheblich modificirend auf obige Ziffern. Auch die

Neigung des Vorlandes ist von Wichtigkeit, indem erfahrungsgemäß der Wind nur bis zu einem gewissen Neigungswinkel bergan getrieben wird.

Für die bewegte Schneewehe tritt ein weiterer Umstand bedeutungsvoll hervor. Wo dieselbe ein Hinderniß findet, wird sie sich theilweise oder gänzlich niederschlagen; sie wird sich aber auch an allen jenen Stellen niederschlagen, welche in Bezug auf die Luftströmung in todtem Winkel liegen. Da die Einschnitte der Bahn solche Stellen bilden — vorausgesetzt, daß der Wind senkrecht zur Bahn oder unter einem nicht zu spitzen Winkel weht — so sind sie besonders gefährdet. Die beigegebene Figur 1 veranschaulicht den Vorgang. Schreitet die Verwehung fort, so erhält die im Einschnitt allmählich die in Figur 2 dargestellte Form, womit die Verwehung der Bahn perfect geworden ist.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei Dämmen. Sind dieselben niedrig, so werden Sturm und Wehen über denselben hinwegfegen und keine Ablagerungen bilden. Ist der Damm jedoch hoch, so bildet er den herankommenden Schneemassen

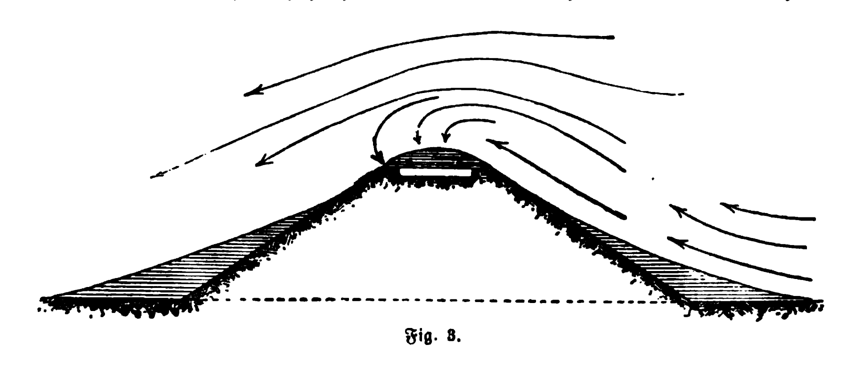
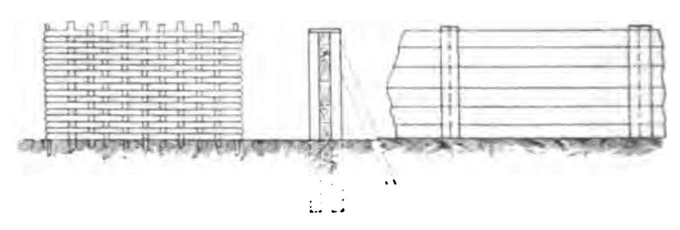


Fig. 3.

ein Hinderniß, wodurch sich dieselben zunächst am Fuße des Dammes ablagern und von hier allmählich gegen die Dammkrone zu anwachsen. Diese bildet aber zugleich eine Stelle, welche dem todten Winkel im Einschnitte entspricht, indem dort eine relative Luftruhe eintritt, welche den noch in der Höhe wirbelnden Schneestaub zum Niedersinken veranlaßt. Diesen Sachverhalt illustrirt die Figur 3.

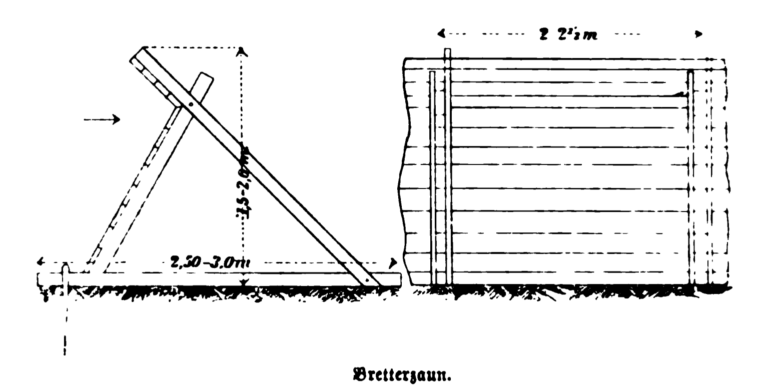
Aus den vorstehend erläuterten Vorgängen ergeben sich unschwer die Gesichtspunkte, nach welchen zu verfahren ist, um die bedrohten Bahnstellen wirksam zu schützen. Principiell handelt es sich darum, den vom Winde herangetriebenen Schneemassen Räume zu schaffen, in welchen sich letztere ablagern können. Die Factoren, welche für die Ermittelung der Ausdehnung solcher Räume maßgebend sind, betreffen in erster Linie die weiter oben erwähnte Größe der Ablagerungsquerschnitte, sodann die Böschungsverhältnisse der Wehen. Dieselben betragen in der Regel 1 : 6 oder 1 : 8. Auf diesen Sachverhalt fußt das Princip der Schneewehre. Welcher Art dieselbe sein soll, ergiebt sich aus den örtlichen Verhältnissen oder aus Erfahrung, welche die theoretischen Grundsätze von Fall zu Fall modificiren wird.

Wir haben die Arten der Schutzmittel bereits aufgestellt. Die einfachste Form ist der Schwellen- oder Bretterzaun, der entweder unmittelbar an der Kante des Einschnittes oder in einiger Entfernung davon errichtet wird. In ersterem Falle muß die Schutzwehr so hoch sein, daß eine Ablagerung unbedingt verhindert wird; in letzterem Falle ist die Entfernung in Berücksichtigung der normalen Neigung der Oberfläche der Schneeablagerung zu wählen.



Bretterzaun.

Bei tiefen Einschnitten, welche größere Ablagerungsquerschnitte ergeben, muß der Zaun auf einen Erdwall gesetzt werden. Als Ersatz für die letztere Vorkehrung empfehlen sich dichte Doppelzäune, deren einer an die Einschnittskante zu stehen kommt, während der andere so weit abzurücken ist, als es die Größe des Ablagerungsquerschnittes erfordert. Kommen Grundablösungen in Betracht, so werden mit Vortheil lebende Zäune (Flechtwerk) Anwendung finden. Dieselben haben

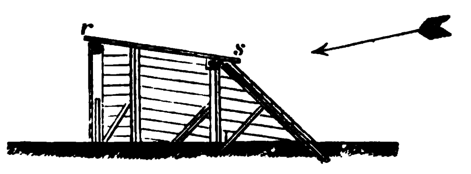


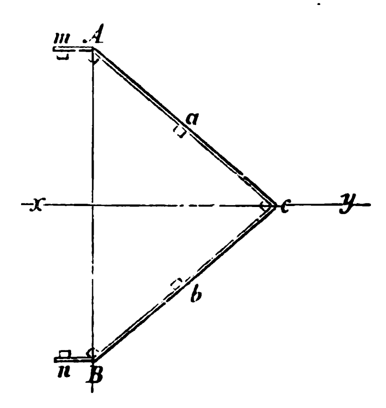
Bretterzaun.

gegenüber den Bretterwänden den Vortheil, daß sie erstens luftdurchlässig sind, zweitens nicht verderben und mit fortschreitender Entwickelung immer widerstandskräftiger werden. Für Erdwälle gelten dieselben Grundsätze wie für die Bretter- oder Schwellenzäune.

Ein weiterer Schutz gegen Verwehung besteht in der Abflachung der Böschungen. Da aber tiefe Einschnitte bedeutende Grundablösungen erfordern, wird dieses Mittel in der Regel nur bei niedrigen Einschnitten in Anwendung kommen können. In neuester Zeit hat ein russischer Ingenieur — W. v. Rudnicki —

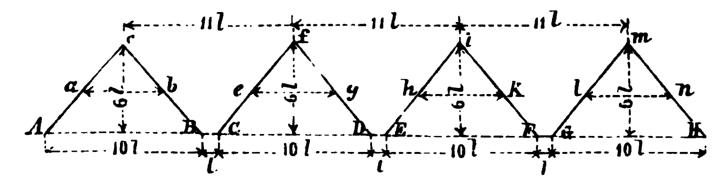
eine neue Art von Schutzvorkehrung construirt, welche auf der von ihm ausfindig gemachten Thatsache fußt, daß alle Winde, welche die Erdoberfläche berühren, zum Horizont geneigt, und zwar in Winkeln von 8 bis 15 Grad, wehen. Die wechselnde Größe des Winkels richtet sich nach der Stärke der Luftströmung und nach örtlichen Verhältnissen, kann aber für einen und demselben Ort als ziemlich constant angenommen werden. Die Folge dieser geneigten Windrichtung ist nun die Reflexion der unteren Luftschichten an den Unebenheiten der Erdoberfläche nach den verschiedensten Richtungen. Hierdurch erhalten dieselben eine wellenförmige Bewegung in der Hauptrichtung der niederströmenden Luft; die zurückgestoßenen Schneetheilchen steigen so hoch empor, bis die eigene Schwere und die Einwirkungen des Windes sie wieder zu Boden führen.





Rudnicki's Schutzanlage. Fig. 1.

Mag auch die letztere Annahme nicht ganz stichhältig sein, so verdient gleichwohl die auf dem Principe des schiefen Windauffalles fußende Schutzwehr Rudnicki's der Beachtung. Die nachfolgenden Figuren 1 bis 3 veranschaulichen Princip und Schutzanlage. Rudnicki baut seine Schneewehren aus Holz und Erde. In den Punkten A, B, a, b, c (Fig. 1) sind entsprechend starke Holzsäulen unter einem

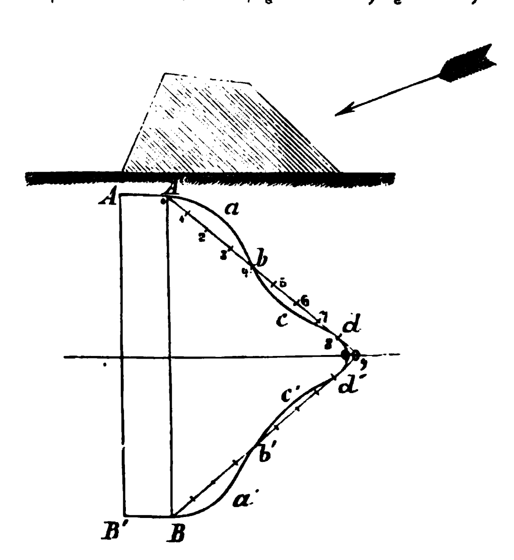


Rudnicki's Schutzanlage. Fig. 2.

Winkel von 45 bis 47 Grad gegen das Innere geneigt in den Boden eingegraben, während die Ränder in m und n eine Neigung von 60 bis 65 Grad erhalten. Das Balkengerippe wird mit Schindeln, Rohr und Brettern verkleidet und die obere Abgrenzungsfläche r s mit einer solchen Neigung ausgeführt, daß die auffallenden Schneetheilchen in der Richtung der Vorderwand reflectirt werden. Nachdem diese Wand einen Winkel von circa 45 Grad besitzt, so wird die Flugweite der Schneetheilchen nach den Grundsätzen der Wurfbewegung in diesem Falle die

größte sein, welche sie bei sonst gleichen Umständen überhaupt erlangen können... In Figur 2 sehen wir eine Reihe solcher Schneewehren nebeneinander errichtet. Durch die Zwischenräume derselben dringen heftige Luftströme in den Raum hinter die Wehren ein, so daß also hier keine Windstillen eintreten und demgemäß keine Schneeablagerungen stattfinden können. Figur 3 endlich zeigt einen Erdwall nach dem Rudnicki'schen Principe.

Oertliche Verhältnisse werden es mitunter aus pecuniären oder anderen Gründen zwingend erheischen, von der Herstellung dauernder Schneeschutzanlagen abzusehen und an deren Stelle provisorische zu setzen. Man bezeichnet Hilfsmittel dieser Art als »Versetzbare Schutzvorrichtungen«. Dieselben bestehen aus Bretterzäunen, aus Hürden, Schwellenzäunen oder pultartigen Gestellen, welche entsprechend verankert werden.... Eine weitere Vorrichtung ist der sogenannte »Selbstthätige Schneezaun« des amerikanischen Ingenieurs L. Howie, welcher in Amerika und in Norwegen, indes nur bei eingeleisigen Bahnen, Anwendung gefunden hat. Die Anordnung besteht darin (vergl. die Figuren auf S. 665), daß über dem oberen Theile der Böschungen des Einschnittes und nahezu gleichlaufend zu denselben Windfänge aus Brettern errichtet werden, welche die ankommende Luftströmung auffangen und nach unten über das Geleise leiten, so daß also Schneeablagerungen sich daselbst nicht bilden können. Diese Vorrichtung kann indes nur in schmalen (also eingeleisigen) Einschnitten und steilen Böschungen wirksam sein, da bei größerer Breite des Einschnittes die Luftströmung Raum findet, sich so ausgiebig zu erheben, daß sie die Windfänge der jenseitigen Böschung nicht mehr erreicht, d. h. über dieselben hinwegströmt. Dadurch wird über dem zweiten Geleise Windstille und in Folge dessen Schneeablagerung entstehen. Der Howie'schen Vorrichtung wird übrigens auch nachgesagt, daß sie zur Lockerung der Böschungen Veranlassung giebt. Bei eingeleisigen Bahnen hat sie sich bewährt, doch ist sie kostspielig und erfordert aufmerksame Instandhaltung.

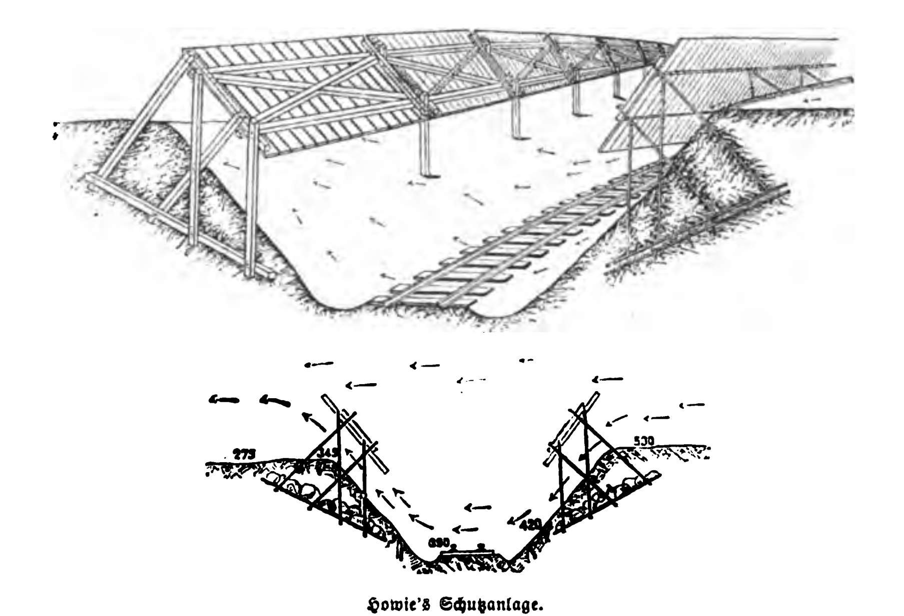


Rudnicki's Schutzanlage. Fig. 3.

Besonders ausgedehnt und zum Theile großartig sind die Schneeschutzanlagen in Nordamerika. Für die Union- und Central-Pacificbahn sind diese Schutzvorkehrungen (Schneedächer und Gallerien) so charakteristisch, daß sie ein unzertrennliches Merkmal derselben bilden. Die Länge der auf der ganzen Bahn bestehenden

Schneedächer und Gallerien beträgt weit über 100 Kilometer und entfällt der ungleich größere Theil derselben auf die Central-Pacificbahn, welche, dank dieser Vorkehrungen, selten auf längere Zeit nicht unterbrochen ist, während die Union-Pacificbahn, die noch vorwiegend durch Wände geschützt ist, fast jeden Winter durch mehrere Wochen hindurch den Betrieb sistiren muß. Diese Schneewände sind durchaus aus Holz hergestellt und kehren dem Winde keine senkrechte, sondern eine gegen die zu schützende Strecke geneigte Fläche zu; auch ist die Wand nicht ganz dicht verschalt und wird dieselbe an ihrem oberen Ende durch eine in entgegengesetzter Richtung geneigte Ebene abgeschlossen.

Bei den auf der Central-Pacificbahn üblichen Schneedächern reicht die Ver-

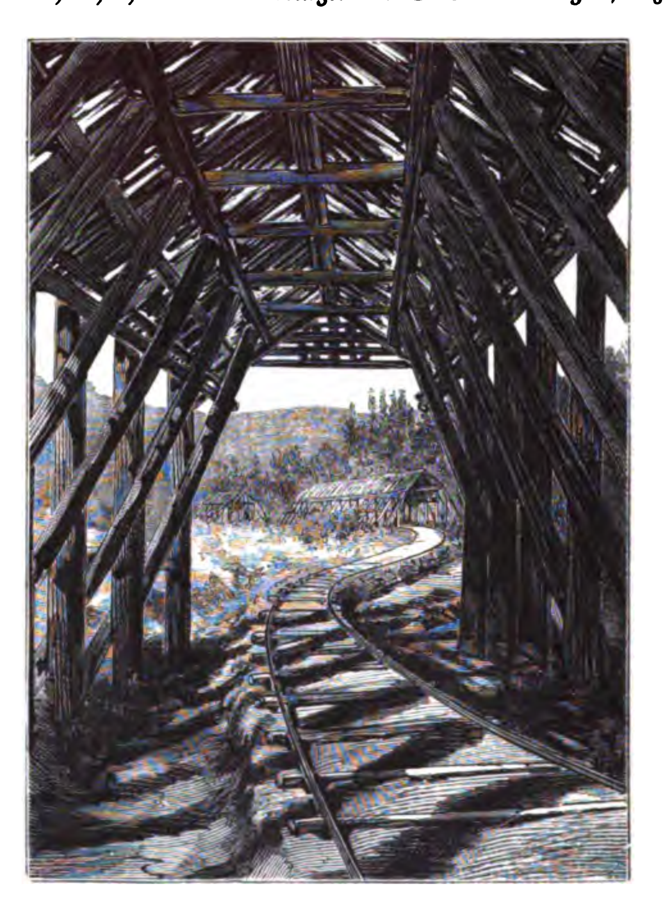


Howie's Schutzanlage.

schalung der Seitenwände nicht dicht bis zum Boden. Durch die jalousieartige Uebergreifung der an den verticalen Säulen und an den geneigten Streben angebrachten Verschalung und die zahlreichen Luftthürmchen ist die Ventilation der Gallerien, welche auf viele Kilometer hergestellt sind, vollkommen gesichert. Während des Sommers werden überdies in einzelnen Gesperren Seitenfelder, welche, entweder in Coulissen laufend, gesenkt oder an Charnieren beweglich, aufgeklappt werden können, geöffnet, um dem Lichte und der Luft leichteren Zutritt zu verschaffen. Da es wiederholt vorgekommen ist, daß durchfahrende Züge solche Schneegallerien in Brand gesteckt haben, sind die Dächer inwendig mit wellenförmigem Eisenblech verkleidet; ferner sind in einigen Stationen Dampf-Feuerspritzen in Bereitschaft, welche, auf Waggons befestigt, unverzüglich in Action treten können. Die Feuerlöschzüge haben den Vorrang von allen übrigen Zügen. Der Wasserstrahl der

Dampfspritze ist kräftig genug, um bei seinem Anpralle auf die Verschalung dieselbe sofort loszureißen. In den Gallerien befinden sich in kurzen Entfernungen Wächter, welche bei Eintritt eines Brandes das Alarmzeichen in die nächste Feuerlösch-station abgeben.

Ein amerikanischer Fachmann, der um die Durchführung der Central-Pacific-bahn hochverdiente Oberingenienr S. S. Montague, bezeichnet die Schneegallerien auf der Hochgebirgsstrecke der genannten Bahn als »wichtiges Element« der-selben. Anfangs waren vorwiegend nur die Ein-schnitte überdeckt, während man es den Schneepflügen überließ, die Dämme frei zu machen. Die Erfah-rung hat indes gezeigt, daß überall, wo Schnee-ablagerungen von großer Mächtigkeit vorkommen, deren Beseitigung, auch von Dämmen, zeitraubend ist. In Folge dessen wurde die ununterbrochene Ueberdeckung der ganzen, in der Region des hohen Schnees liegenden Bahn für nothwendig erachtet Bei der Herstellung dieser Vorkehrungen wurden zwei Constructionsarten angewandt; die eine in solchen Fällen, wo nur das Gewicht des nieder-fallenden oder angewehten Schnees in Betracht kam, die andere an solchen Stellen, welche dem Lawinensturze ausgesetzt waren. Beide Vorkehrungen erwiesen sich als vollkommen zweckentsprechend. Vom Winde zusammengetragene Schneemassen von einer Mächtigkeit zwischen 3 bis 6 Meter — ja von mehr als 15 Meter — bedeckten die Gallerien, ohne sie einzudrücken und ohne den Zugsverkehr auch nur einen Augenblick zu unterbrechen. Ueber die betreffenden Anlagen haben wir bereits an anderer Stelle referirt. (Vgl. Seite 120.)



Schneegallerie auf der Pacificbahn.

Zu den elementaren Betriebsstörungen haben wir noch jene zu rechnen, welche durch Stürme oder Erdbeben hervorgerufen werden. Sie sind meist von schweren Unglücksfällen begleitet, vornehmlich in jenen Ländern, wo diese Erscheinungen mit verheerender Gewalt auftreten. In Europa sind Fälle dieser Art selten, am häufigsten noch — was die Stürme anbelangt — in den Karstgegenden am Nord- und Ostrande der Adria, wo durch heftige Borastürme nicht nur Zugstrennungen vorkommen, sondern auch Waggons umgeworfen werden.

Ungleich größer ist die Wucht und die damit verbundenen Zerstörungen in



Lawinenschutzgallerie auf der Pacificbahn.

außereuropäischen Ländern, vornehmlich in Nordamerika und in einigen Theilen Indiens.

Dort, wo die gefürchteten »Tornados« ihre gewaltigen mechanischen Wirkungen ausüben, tritt die Erscheinung blitzartig auf. Der Windstoß an jedem einzelnen Orte, welcher in der Bahn des Tornados liegt, währt selten länger als eine Minute. Vor dem Eintritte des Sturmes ist die Temperatur in der untersten Luftschichte sehr hoch, im Sommer herrscht drückende Schwüle. Eine bis zum Boden herabreichende Wolke, welche die Gestalt einer Säule oder eines umgekehrten Kegels hat, nähert sich mit der Geschwindigkeit von 15 bis 20 Meter in der Secunde. Ein Stoß, ein Krach, und vorüber ist der Unhold, einen Streifen von

sehr wechselnder, durchschnittlich etwa 700 Meter betragenden Breite hinter sich lassend, auf welchem Alles verwüstet ist: Häuser demolirt, Bäume entwurzelt oder



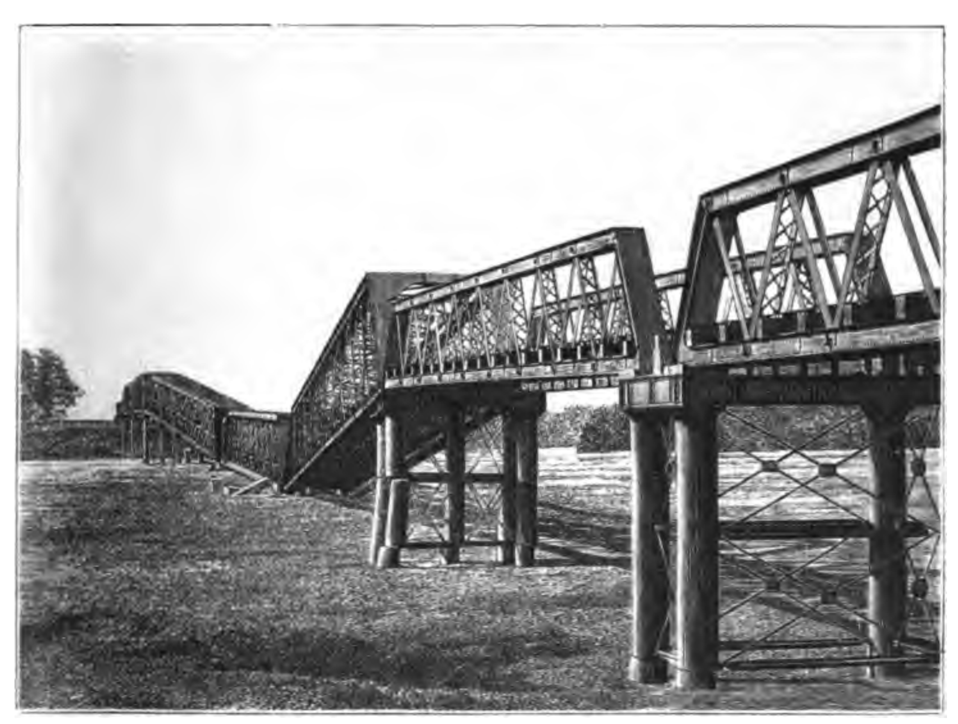
Von einem Tornado umgeworfener Eisenbahnzug.

abgebrochen, schwere Gegenstände gehoben oder meilenweit fortgeführt, Eisenbahnzüge umgeworfen sind.

Bezüglich der Verheerungen durch Erdbeben liegen wenige zuverlässige Beobachtungen vor. Sehr schätzenswerthe Anhaltspunkte hat die große Katastrophe

in Japan am 28. October 1891 gegeben. Ueber die damit vorbundenen Zerstörungen verdanken wir den der Universität in Tokio angehörigen Professoren John Milne und W. K. Burton eine vortreffliche, mit zahlreichen Originalphotographien geschmückte Publication, der auch die mitfolgenden Abbildungen, welche das Verhalten des Schienenweges und der eisernen Brückenbauten gegenüber den Elementarereignissen zeigen, entnommenen sind.

Zunächst ist aus der einen Abbildung an der Hand des schlangenförmig gewundenen Geleises zu ersehen, daß sowohl die Schienen als die Schwellen sich

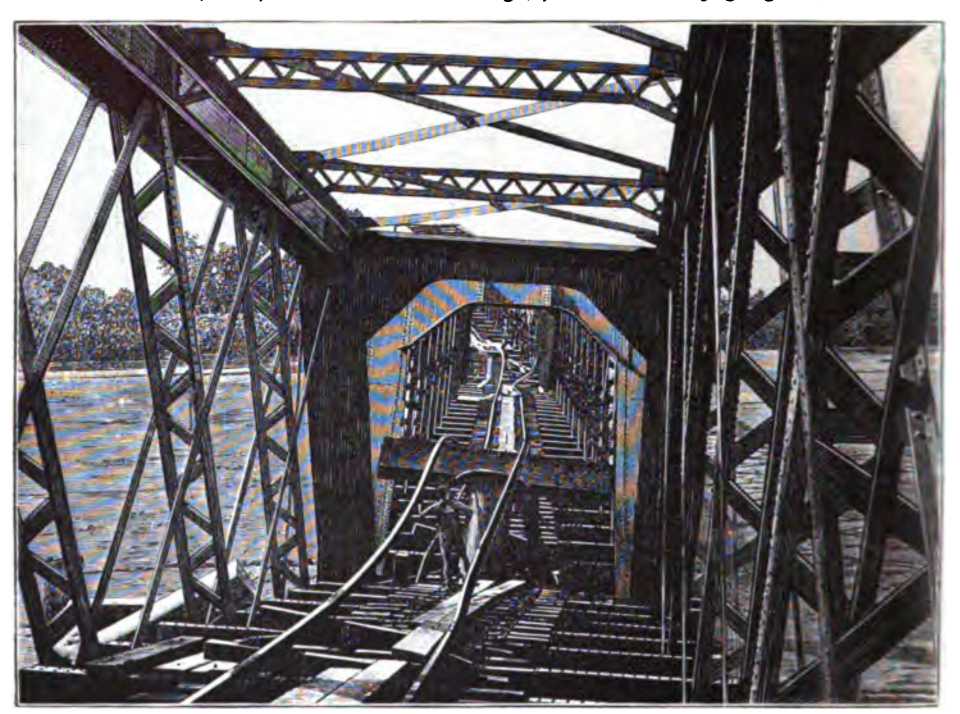


Einsturz der Nagarabrücke durch Erdbeben am 25. October 1891.

theils in der Längs-, theils in der Querrichtung der Bettung verschoben haben. Eine zweite Wahrnehmung ist die, daß an einigen Stellen die Schwellen zwar in der Bettung liegen geblieben sind, aber der Untergrund mit dem ganzen Gestänge sich verschoben hat.

Der in der Nähe der eben beschriebenen Stelle liegenden 549 Meter langen Brücke, welche den Kitogawa überschreitet, ist es verhältnißmäßig leidlich ergangen. Ihre 3 bis 6 Meter messenden, $4^1/_2$ bis 9 Meter hohen steinernen Pfeiler erhielten an der Basis arge horizontale Risse, die Brücke jedoch blieb intact. Bei einer unfern derselben liegenden Nebenüberbrückung von zwei Spannweiten von je 21·3 Meter wurden die Steinniederlager auf der einen Seite horizontal, auf der

anderen Seite diagonal zerrissen. Am schlimmsten aber erging es der über den Fluß Nagara führenden Eisenbrücke. Dieselbe bestand aus fünf langen Gitterträgern von je 60·9 Meter Spannweite und zwei an beiden Ufern liegenden kürzeren, auf wenigen hohen eisernen Säulen ruhenden Hochfluthträgern. Am meisten gelitten haben die in der Mitte liegenden hohen Säulen, welche mehrfach durchbrochen wurden und dadurch drei auf ihnen ruhende Träger zu Fall brachten. Diese selbst blieben indes unversehrt. Wie die zweite Abbildung zeigt, sind die Verschiebungen in der Brückenachse sehr bedeutend. Der aufgeschüttete Brückenzugang auf dem einen



Einsturz der Nagarabrücke (Innenansicht).

Ufer wurde gänzlich weggeschüttelt, so daß das Schienengestänge in der Luft schwebte, wie dies häufig bei Hochwasserkatastrophen der Fall ist.

Diese Unfälle, sowie die Erwägung, daß für den gewöhnlichen Verkehr construirte Brücken noch bei einem Winddrucke (Taïfun) widerstanden, bei welchem schwere Locomotiven umgeworfen wurden, hat in den betheiligten Fachkreisen die Frage angeregt, ob es nicht möglich sei, Eisenbahnbrücken zu construiren, welche bei plötzlichem Auftreten von Bodenverschiebungen, standhalten würden. Die Ansicht competenter Ingenieure geht dahin, daß Fälle, wie sie vorstehend beschrieben wurden, vielleicht zu verhüten wären, wenn man den Pfeilern eine breitere Basis und einen eiffelthurmartigen Aufbau geben würde.

* * *

Es wurde bereits hervorgehoben, daß bei Eisenbahnunfällen Ursache und Wirkung sehr ungleich bemessen sein können, d. h. daß selbst ein geringfügiges Gebrechen an der Bahn oder an den Fahrzeugen zu den schwersten mit Katastrophen verbundenen Zwischenfällen Anlaß geben kann. Anderseits sind es gewisse Formen des Verkehrs — Dichte, Schnelligkeitsmaß, Zusammensetzung — beziehungsweise der Grad der Exactheit jener Mittel, die zur Verständigung unter den Organen der Leitung und der Handhabung des Betriebes (Signaleinrichtungen) dienen, welche auf die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes Einfluß nehmen. Bahnen, in welche mehrere Zweiglinien einmünden, dann solche, auf welchen die Verkehrs-



Verschiebungen am Eisenbahngeleise durch Erdbeben.

verhältnisse Züge verschiedener Gattung und von ungleicher Geschwindigkeitsmasse in der Fortbewegung erfordern, bedingen durch die vielfachen Zugsüberholungen und Kreuzungen einen sehr complicirten Betrieb, welcher zur Quelle schwerer Collisionen werden kann.

Dieselben begreifen vornehmlich solche Fälle in sich, in welchen durch falsche Weichenstellung oder Stellungnahme der Züge über die Sicherheitsmarken hinaus ein Anstreifen des einen Zuges an den anderen stattfinden und zu ernstlichen Beschädigungen führen kann. Alsdann sind diejenigen Fälle in Betracht zu ziehen, in welchen durch irgend ein Versäumniß oder eine irrige Signalgebung das vollständige Aufrennen eines Zuges auf den anderen in derselben Fahrtrichtung erfolgen kann. Zwar reduciren das Streckenblocksystem und die Central-Weichenstellwerke

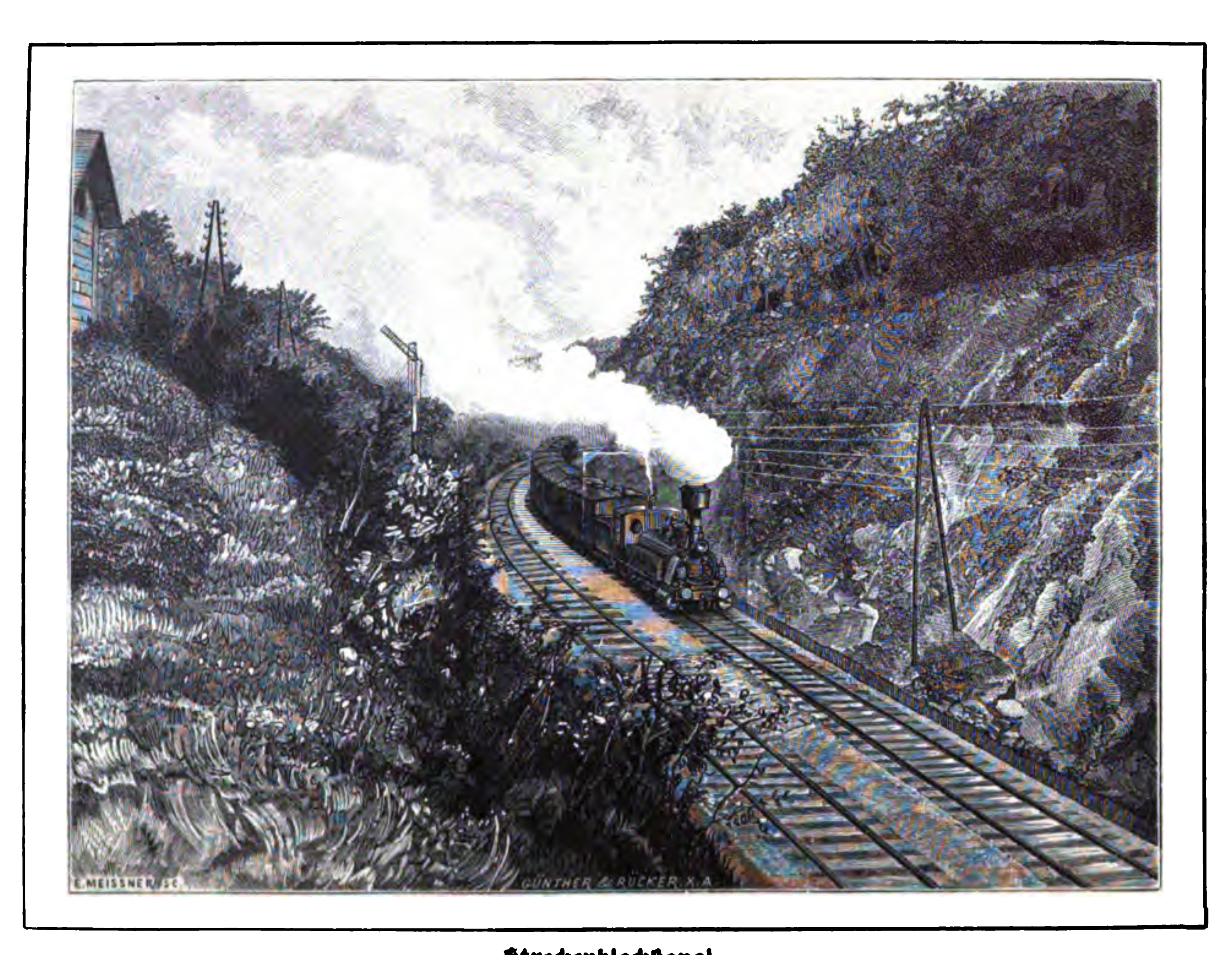
solche Möglichkeiten auf ein Minimum, aber ausgeschlossen sind sie, wie die Praxis lehrt, durchaus nicht. Wo derlei Einrichtungen nicht bestehen, liegt die Gefahr für derlei Collisionen selbstverständlich viel näher. Die dritte Form derselben ist der **Zusammenstoß** zweier gegeneinander fahrender Züge auf offener Strecke.

Die Wirkung solcher Unfälle hängt von einer Reihe von Factoren ab, unter welchen das Geschwindigkeitsmaß in der Fortbewegung und die bewegte Last den vornehmsten Antheil haben. Nebenher kommen die Bauart der Fahrzeuge und der Grad des Widerstandes, den sie ihrer Demolirung oder Deformirung entgegensetzen, in Betracht. Seit der Waggonbau für seine wichtigsten Organe sich des Eisens bedient



Zusammenstoß bei Warwick (England).

und auch sonst Fabrikate von großer Stabilität und Widerstandsfähigkeit liefert, sind die Fahrzeuge weit weniger der Zerstörung ausgesetzt als in früherer Zeit, in welcher fast jeder vehemente Zusammenstoß ein Trümmerchaos zur Folge hatte. Die Erfahrung zeigt, daß bei solchen Zwischenfällen viele Wagen ziemlich intact bleiben, selbst wenn sie aus dem Geleise und über Dammböschungen geschleudert werden. Dagegen bringt die Beleuchtung der Wagen mit Gas den schwerwiegenden Uebelstand mit sich, daß durch Explosion in den Gasometern, beziehungsweise in Folge Deformirung der Zuleitungsröhren, nicht nur einzelne Fahrzeuge, sondern ganze Züge in Brand gerathen. Eine besonders gefürchtete, weil in der Regel außergewöhnlich viele Opfer erheischende Form der Wagendemolirung ist das sogenannte »Telefkopiren«, d. h. das Ineinanderschieben der von den Gestellen abgehobenen

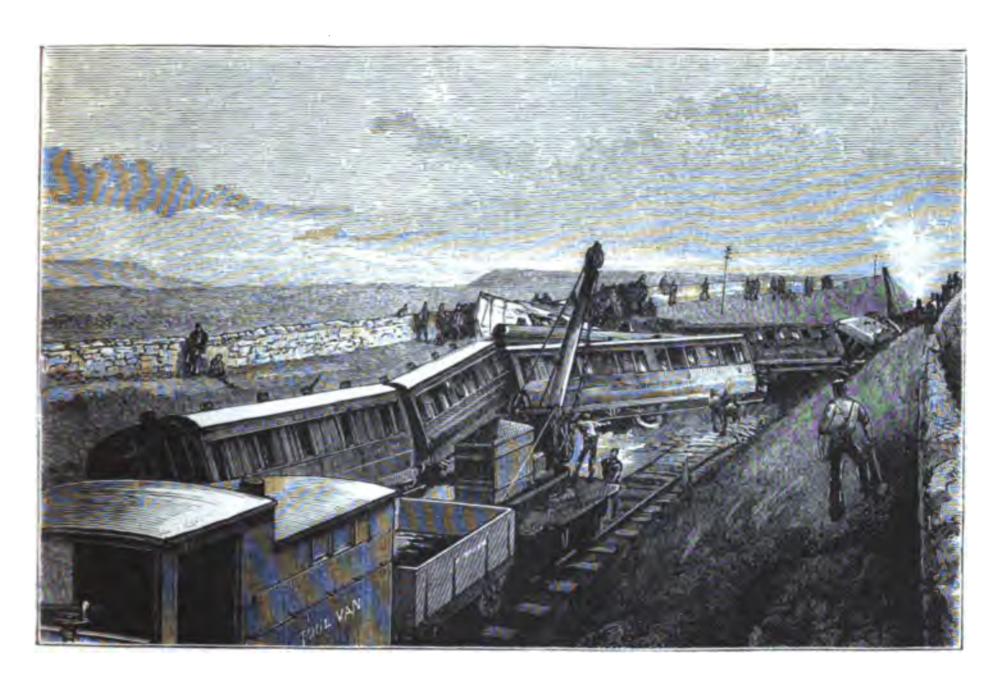


Streckenblocksignal.

(Nach einer photographischen Momentaufnahme des Verfassers.)

Wagenkasten. Sehr lange und schwere, auf Drehschemmeln ruhende Wagen, die nicht leicht umfallen und sich nur schwer aufbäumen können, neigen am meisten zum Telefkopiren.

Mitunter verlaufen Zusammenstöße in ihren Folgen sehr glimpflich, sei es, daß die Fahrgeschwindigkeit keine sehr bedeutende, oder die Wirkung der selbstthätigen Bremsen den Anprall entsprechend abschwächte. Im Allgemeinen werden exact functionirende Signalvorrichtungen solche Zwischenfälle verhüten. Die in dieser Beziehung reichlich ausgerüsteten englischen Eisenbahnen, auf welchen



Zusammenstoß auf der »Great Western-Railway«.

Zusammenstöße häufiger als auf den continentalen Eisenbahnen stattfinden, beweisen indes, wie selbst das beste Sicherungssystem versagen muß, wenn die Dichte des Verkehrs Dimensionen annimmt, bei welchen das geringste Versehen oder selbst nur das zeitweilige Versagen einer mechanischen Vorrichtung nicht nur einen, sondern eine ganze Reihe von Unfällen zur Folge haben kann. Am häufigsten finden Zusammenstöße auf den nordamerikanischen Bahnen statt. Man wird sich indes hüten müssen, diese Erscheinung auf einen besonderen Grad von Lässigkeit im Dienste zurückzuführen, sondern man wird sich vielmehr vor Augen halten müssen, daß hier ein natürliches Causalitätsprincip zwischen der bedeutenden absoluten Länge aller Bahnen des nordamerikanischen Netzes und der auf dieselben vertheilten Zahl von Unglücksfällen zu Recht besteht.

Die folgenreichsten Unglücksfälle, mit welchen jederzeit mehr oder minder schwerere Katastrophen im Zusammenhange stehen, sind die **Brückeneinstürze**. Sie sind besonders häufig in Nordamerika, dessen Brückenbausystem sonst mancherlei Vorzüge vor den europäischen Constructionen voraus hat, und wo die von den Brückenbauanstalten cultivirte Uniformität der Bestandtheile eine exacte durch nicht gewöhnliche Routine gestützte Montirungsweise ausgebildet hat. Es scheint denn auch, daß hier nicht das System, sondern die mangelhafte Ueberwachung und in Vielem die Hast, mit welcher Eisenbahnbrücken fertiggestellt werden, die Ursachen der bedauerlichen Erscheinung sind. Der amerikanische Ingenieur **George Thomson**



Zusammenstoß auf der »North-British-Railway«.

beziffert die innerhalb zehn Jahren in den Vereinigten Staaten und Canada stattgehabten Brückeneinstürze auf 250, doch sind in diese Ziffer nur die während des Betriebes eingetretenen Katastrophen inbegriffen, nicht aber die durch außergewöhnliche Elementarereignisse erfolgten.

Die häufigsten directen Ursachen bei amerikanischen Brückeneinstürzen sind übermäßige Belastung und auf der Brückenbahn stattfindende Entgleisungen. Für die letztere Behauptung liegen indes keine beglaubigten Thatsachen vor und es ist zu vermuthen, daß hier, wie so häufig in der Betriebspraxis, Ursache und Wirkung verwechselt werden. Gewiß ist, daß jeder Klarblickende zugeben wird, wie schwer es sich erweist, nach erfolgtem Unfalle festzustellen, ob die Zertrümmerung einer Brücke in Folge einer Entgleisung erfolgt ist, oder ob diese nothwendiger Weise

eintreten mußte, weil das Gefüge der Brückenconstruction gelöst wurde. Insbesondere bei großer Fahrgeschwindigkeit, oder in finsterer Nacht, wird die wahre Ursache so verschleiert sein, daß nachträgliche sichere Anhaltspunkte für die Beurtheilung des Sachverhaltes schwerlich zu gewinnen sein würden.

Die Brückeneinstürze sind diejenige Art von Katastrophen, mit welchen der größte Schaden an Leib und Gut verbunden ist. Auch ist die demoralisirende Wirkung solcher Zwischenfälle größer als bei irgend einem anderen auf den Eisenbahnbetrieb bezugnehmenden Anlasse. Aus diesem Grunde wird in denjenigen Ländern, wo eine staatliche Aufsicht über die Eisenbahnen besteht, seitens der letzteren

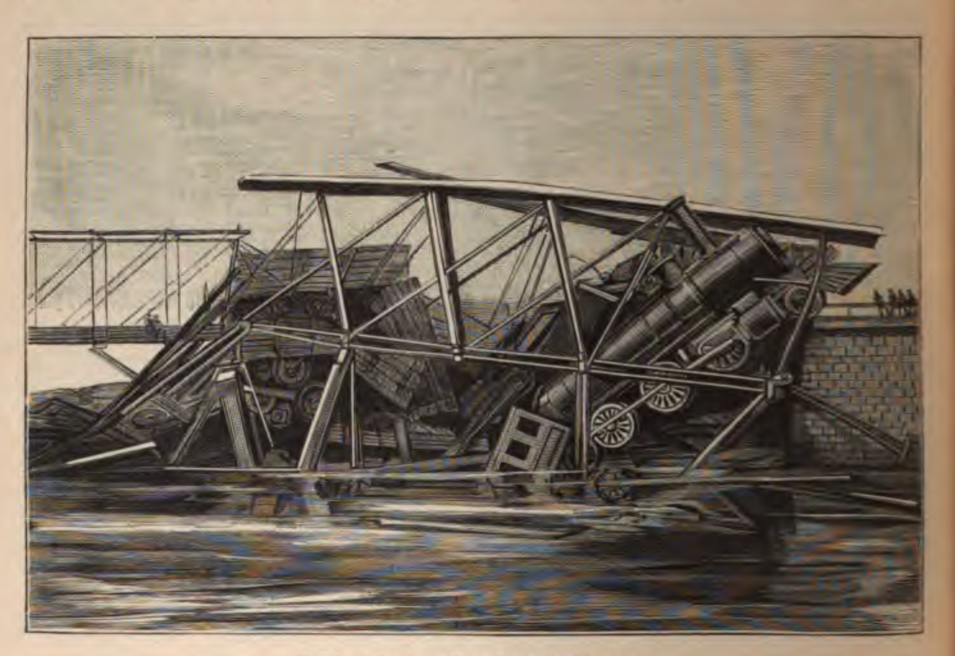


Teleskopirte Waggons.

eine durch peinliche Vorschriften vorgezeichnete Controle ausgeübt und auf eine regelmäßige Revision des Bauzustandes der Brücken scharfes Augenmerk gehalten. Dazu kommt, daß die Erfahrungen, welche man mit Eisenbrücken gemacht hat, sich zur Zeit noch auf eine verhältnißmäßig kurze Periode erstrecken und insbesondere bezüglich der betriebssicheren Dauer solcher Constructionen allgemein giltige Normen nicht aufgestellt werden konnten. Die Fortschritte der Technik und die Leistungen der Hüttenwerke bürgen allerdings dafür, daß man ein großes Maß von Zuverlässigkeit voraussetzen kann; das Uebel liegt aber vornehmlich in dem relativen Verhalten der Structur des Materials gegenüber atmosphärischen Einflüssen und den beständigen Erschütterungen, denen es ausgesetzt ist.

Daß auch von außen wirkende besonders ungünstige Umstände, sodann in der Bewegung schwerer Lasten begründete störende Zufälligkeiten von schweren

Folgen für die Stabilität einer Brücke beziehungsweise deren Zusammenhalt sein können, ist selbstverständlich. Bekannt ist, daß das schwere Unglück des theilweisen Zusammensturzes der Taybrücke in Schottland am 28. December 1879 auf den außergewöhnlich großen Winddruck, in Verbindung mit der bedeutenden Fahrgeschwindigkeit des Zuges, rückgeführt wurde. Die Nacht war stockfinster. Ein Orkan raste und hatte die Telegraphenlinien unterbrochen. Augenzeugen sahen die langsam vorrückenden Lichter des Zuges die Curve von Wormit passiren; dann kam er an der Signalstelle der Südseite vorüber und trat auf die gerade Strecke des mittleren Brückentheiles. Hier schien der Zug mit großer Geschwindigkeit vorwärts zu eilen.



Brückeneinsturz zu Greenfield (Nordamerika).

Als er jenen Brückentheil erreicht hatte, wo die Bindebalken eine Art Tunnel bilden, sahen die Beobachter einen hellen Lichtschein aufflammen, der in einen langen Feuerstreifen überging und sich zum Meere herabsenkte ... 13 Spannungen sammt den eisernen Tragsäulen waren in den Wellen verschwunden; die Lücke betrug fast 900 Meter. Eine Reihe von Strudeln zeigte an, wo Eisenwerk und Zug in der Tiefe lagen. Von den 90 Fahrgästen und dem Dienstpersonale des Zuges fanden Alle ihren Tod in den Fluthen.

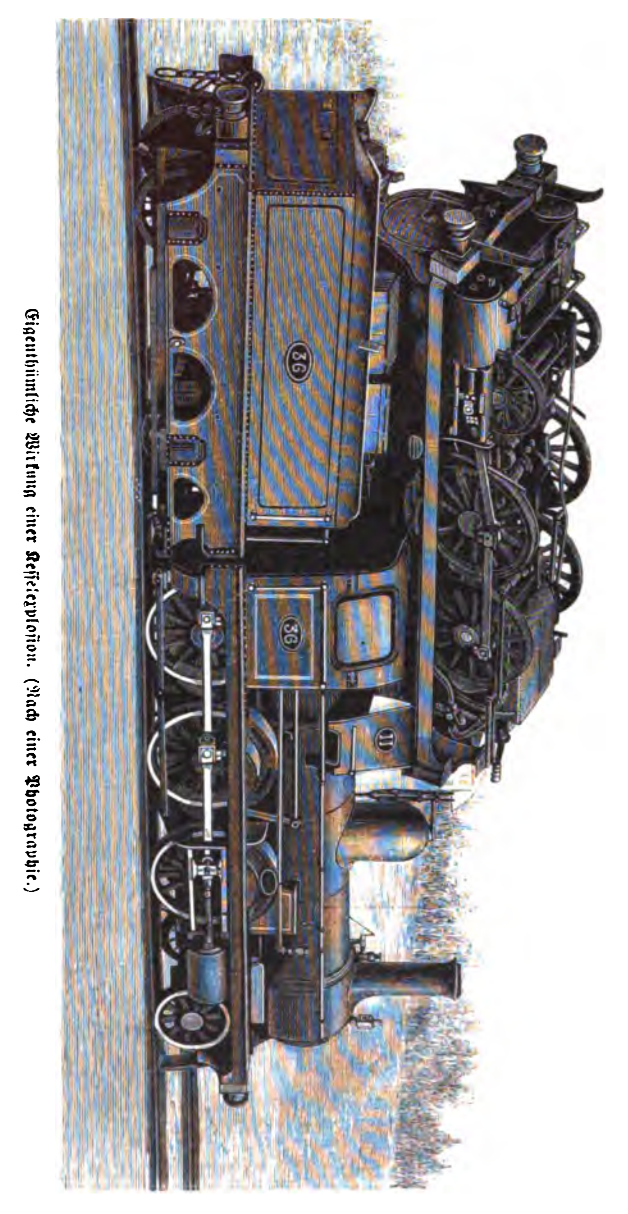
Entgleisungen können sehr glimpflich verlaufen, jedoch auch zu schweren Katastrophen führen. Ihre Ursachen sind mannigfacher Art und lassen sich hinterher schwer feststellen, wenn sie durch die Folgen verwischt worden sind. Die Anlässe können ebenso gut in der Bahn, als an den Betriebsmitteln, sowie in äußeren

Ursachen liegen. Die ersteren betreffen vornehmlich: nichtparallele Lage der Schienenstränge in gerader Bahn, zu geringe Schienenüberhöhung des Außengeleises in Krümmungen, zu geringe oder zu große Spurerweiterung, faule Schwellen, mangelhafte Befestigung der Schienen auf den Unterlagen, Unebenheiten auf der Oberfläche des Schienenkopfes, zu hoch oder falsch liegende Herzstücke, schlecht schließende Weichenzungen u. s. w. Anlässe an den Fahrzeugen: Lose Räder, gebogene Achsen, falsche Spurweite eines Räderpaares, gesprungene Tyres, Achsbrüche, scharfgelaufene Spurkränze, einseitiger Pufferdruck in den Curven oder ungleiche Pufferhöhe. Die in der Bewegung liegenden Ursachen sind vornehmlich: Zu große Fahrgeschwindigkeit, Schlingern der Locomotive, zu heftiges Bremsen, größere Geschwindigkeit der Schiebemaschine gegenüber derjenigen der Zugmaschine, zu großer steifer Radstand in Bezug auf die Curvenradien oder unparallele Stellung der Achsen eines und desselben Fahrzeuges. Schließlich können auch äußere Ursachen, als: Eis, Schnee, in das Profil hereinragende fremde Gegenstände, Herabfallen loser Bestandtheile auf die Schienen, Verlegung der Bahn durch Felsstürze und Erdrutsche, Wasserunterspülungen durch Regenfluthen u. s. w., zu Entgleisungen führen.

Findet nur eine partielle Entgleisung statt, so wird der Unfall selten von schwereren Folgen begleitet und die Störung rasch zu beheben sein. Einzelne entgleiste Wagen werden mittelst der Winden und Werkzeuge der Locomotive eingehoben. Gute Dienste leisten die sogenannten »Entgleisungsschuhe«; sie bestehen aus einer trapezförmigen dicken Eisenplatte mit verschieden aufgebogenen Rändern, welche an die Schiene vor das entgleiste Rad des Fahrzeuges gelegt werden und welche, wenn die Entfernung des Rades von der Schiene nicht mehr als 4 bis $4^1/_2$ Centimeter beträgt, durch das erleichterte Gleiten des Rades ein schnelleres Einheben unterstützen. Sind mehrere Wagen entgleist, so müssen zunächst die Kuppelungen gelöst und sodann jeder Wagen einzeln eingehoben werden. Da größere Arbeiten dieser Art sich mit den auf dem Tender befindlichen Werkzeugen und mit den vorhandenen Menschenkräften nicht durchführen lassen, muß ein Hilfswagen und die nothwendige Zahl von Arbeitern herbeigerufen werden. (Vgl. Seite 386.)

Größere Anstrengungen erfordert das Einheben entgleister Locomotiven. Der schweren Massen wegen ist hier jede durch die Hebungsarbeiten hervorgerufene Veränderung der Schwerpunktslage geeignet, den Gesammtkörper in oft unbeabsichtigte Bewegung zu versetzen. Alle Vorsichtsmaßregeln gelten im höheren Maße bei einer umgeworfenen Locomotive. Ist diese weit ab von der Bahn entgleist oder vom Damme gestürzt, so bringt man sie zuerst in die aufrechte, möglichst wenig gegen das Geleise geneigte Längenstellung, schiebt sodann Schienen unter die Räder, welche durch ein Nothgeleise mit dem Fahrgeleise verbunden werden. Arbeiten dieser Art sind höchst mühevoll und zeitraubend, doch sind sie unerläßlich, will man die gestürzte Maschine nicht gänzlich demontiren, was nicht immer möglich sein wird. Thatsache ist, daß Nothgeleise der vorbeschriebenen Art oft für ganze abgestürzte Züge in Längen von 500 Meter und darüber hergestellt worden sind. Selbstver-

ständlich sind bei entgleisten Locomotiven auch seitens der Bedienungsmannschaft entsprechende Sicherungsmaßregeln zu ergreifen. **Hohes Feuer muß herausgerissen und abgelöscht, der Dampf durch Oeffnen der Heizthüre und Aufschrauben der Sicherheitsventile zum Sinken gebracht werden. Diese Maßregeln gelten jedoch nur für den Fall, wenn eine baldige Behebung des Unfalles nicht zu erwarten steht.**



Eigenthümliche Wirkung einer Kesselexplosion. (Nach einer Photographie.)

Zu den selteneren Unfällen schwerer Art gehören die Kesselexplosionen. Das Vorhandensein von Kesselstein oder der schlechte Zustand des Kessels überhaupt, ja selbst nur einzelne Bleche derselben sind die hauptsächlichen Ursachen solcher Explosionen, seltener das zu rasche Sinken des Wassers bei zunehmender Dampfspannung. Seit Einführung genau bestimmter periodischer Kesseluntersuchungen sind die Kesselexplosionen viel seltener geworden als in früherer Zeit, in welcher überdies durch den Unfug der Belastung der Federwagen der Sicherheitsventile und in Folge der dadurch hervorgerufenen Dampfspannung über das zulässige Maximum Unglücksfälle geradezu provocirt wurden.

Wenn sich der Leser zum Abschlusse ein zusammenfassendes Bild von der heutigen technischen Ausgestaltung der Eisenbahnen macht, wenn er sich der Erwägung hingiebt, mit welchem bedeutenden Aufwande an Wissen und Können alle

materiellen, geistigen und moralischen Factoren zu einem organisch Ganzen von großer Vollkommenheit zusammenwirken, so wird er sich der Erkenntniß nicht verschließen, daß der Mechanismus einer großen Bahn ein Maß von Sicherheit in sich schließt, welches selbst durch zeitweilige Unfälle und Katastrophen in seinem Werthe nicht herabgedrückt werden kann. In technischer Beziehung dürfte das Schwergewicht größerer Betriebssicherheit — von einem tadellos functionirenden Signalsystem abgesehen — vornehmlich in der Verstärkung des Oberbaues liegen. Erfreulicher Weise machen sich Bestrebungen in dieser Richtung in allen großen Staaten bemerkbar. Die ersten Maßnahmen dieser Art gingen von Belgien aus, das eine wesentliche Verstärkung des Oberbaues durch probeweise Einführung der Sandberg'schen Schiene (der sogenannten Goliathschiene) anbahnte. In Frankreich konnte man sich der Erwägung nicht verschließen, daß die daselbst bestehenden Oberbausysteme vielfach den gesteigerten Verkehrsverhältnissen nicht mehr entsprechen. Einige Bahnen haben sich denn auch veranlaßt gesehen, zu neuen, stärker dimensionirten Schienen zu greifen. In der Schweiz hat die Gotthardbahn mit ihren besonders schwierigen Betriebsverhältnissen der Oberbaufrage von Anbeginn her ein lebendiges



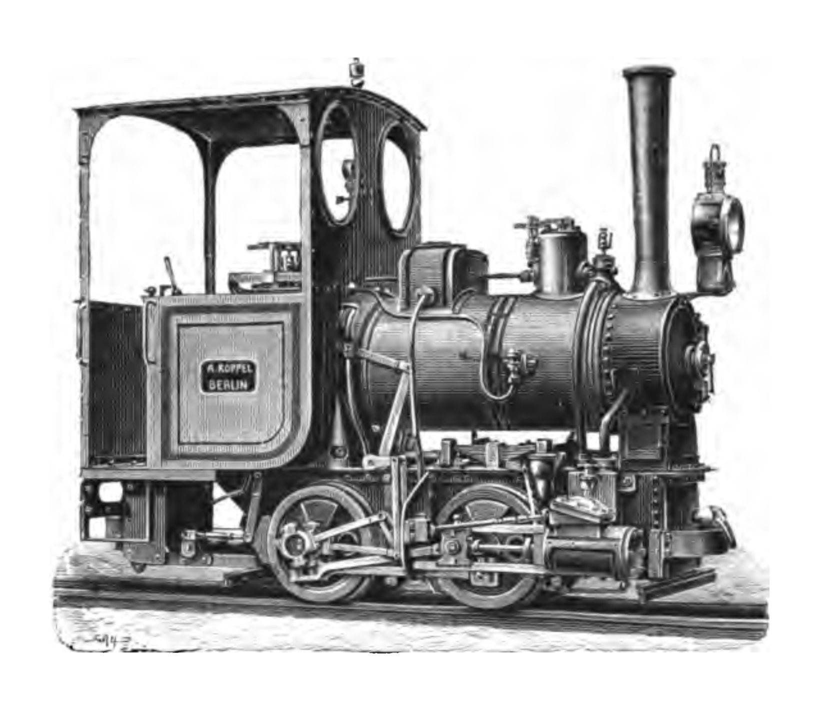
Von einem Felssturz verlegte Geleise.

Interesse bewahrt. Auch in Deutschland haben sich Rücksichten geltend gemacht, welche eine Verbesserung der Oberbauconstructionen erwünscht erscheinen lassen. In Oesterreich sind im gleichen Sinne die k. k. Staatsbahnen durch probeweise Einführung einer engeren Schwelleneintheilung mit gutem Beispiele vorangegangen: andere Bahnen beschäftigten sich mit den Befestigungsmitteln der Schienen u. s. w. In England hält man zwar mit unbesiegbarer Zähigkeit an dem altbewährten Stuhlschienen-Oberbau fest, trachtet jedoch denselben stärker zu dimensioniren. In Amerika endlich ist man gleichfalls durch die gesteigerten Verkehrsverhältnisse dahin gedrängt worden, durch Anwendung schwerer Schienen die Widerstandsfähigkeit der Geleise zu erhöhen.

Geistreiche Statistiker haben herausgefunden, daß die Gefahren, mit welchen uns das tägliche Leben und Treiben umgiebt, weit größer sind, als die mit dem Reisen auf Eisenbahnen verbundenen. Nach den heutigen Verhältnissen in civilisirten Staaten ist die Wahrscheinlichkeit, auf einer Eisenbahnfahrt zu verunglücken, nicht größer als jene, einen Haupttreffer zu machen. Es ist berechnet worden, daß in Ländern mit sehr dichten Verkehrsverhältnissen ein Passagier, der sein ganzes Leben auf der Fahrt zubrächte, mindestens 300 Jahre alt werden müßte, bis er verletzt, und 1500 Jahre, bis er getödtet würde.

Leider hat man bezüglich der Unfallstatistik der Eisenbahnen mit einem nicht ganz zuverlässigen Factor zu rechnen, da die Auslegung des Begriffes »Eisenbahnunfall«, wie wir bereits an anderer Stelle erläutert haben, in den verschiedenen Ländern eine abweichende ist. Gleichwohl gestatten die Unfallzusammenstellungen einen Rückschluß auf die Wirksamkeit der in den einzelnen Ländern bestehenden Sicherungssysteme, beziehungsweise auf das Maß der Gefährdung, dem einerseits die Reisenden, anderseits die Eisenbahnorgane unterworfen sind. Desgleichen geben die statistischen Vergleichungen der Ursachen jener Unfälle, welche auf Gebrechen an den Betriebsmitteln — und zwar nach Kategorien geordnet — rückzuführen sind, werthvolle Anhaltspunkte, welche sowohl in der Betriebsführung als in der Wahl des Materials und für die Constructionsprincipien von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Fünfter Abschnitt.



Eisenbahnen niederer Ordnung. Außergewöhnliche Constructionen.



1. Stadtbahnen.

Wie ein gewaltiger Strom gegen seinen Ursprung hin allmählich an Mächtigkeit und elementarer Kraft verliert und in ein Netz von kleinen Wasseradern sich auflöst, so gliedern sich an dem kräftigen Organismus einer mit allen technischen Hilfsmitteln ausgerüsteten Vollbahn die kleinen und kleinsten Zweige des Verkehrs, der Hauptader ihr Dasein verdankend, dieser aber frischpulsirendes Leben in allen möglichen Formen zuführend. Das Große ist eine Summande von kleinen Werthen und der Begriff der Größe kann nur auf Grund der Werthbestimmungen relativer Abstufungen aufgestellt werden. Zugleich bedingt das Wesen der Causalität ein Ineinandergreifen von zahlreichen Factoren, welche im öffentlichen Leben, in den Arbeitsleistungen und den Austausch der auf dem Wege der Arbeit gewonnenen Erzeugnisse fußen. Die Form des Verkehrs ist eine variable; je vielgestaltiger die Formen sind, desto beweglicher, lebenskräftiger wird der Gesammtorganismus eines großen Verkehrs sein, in welchem jeder Einrichtung nach Maßgabe ihres Zweckes und ihrer Leistungsfähigkeit der ihr gebührende Platz angewiesen ist.

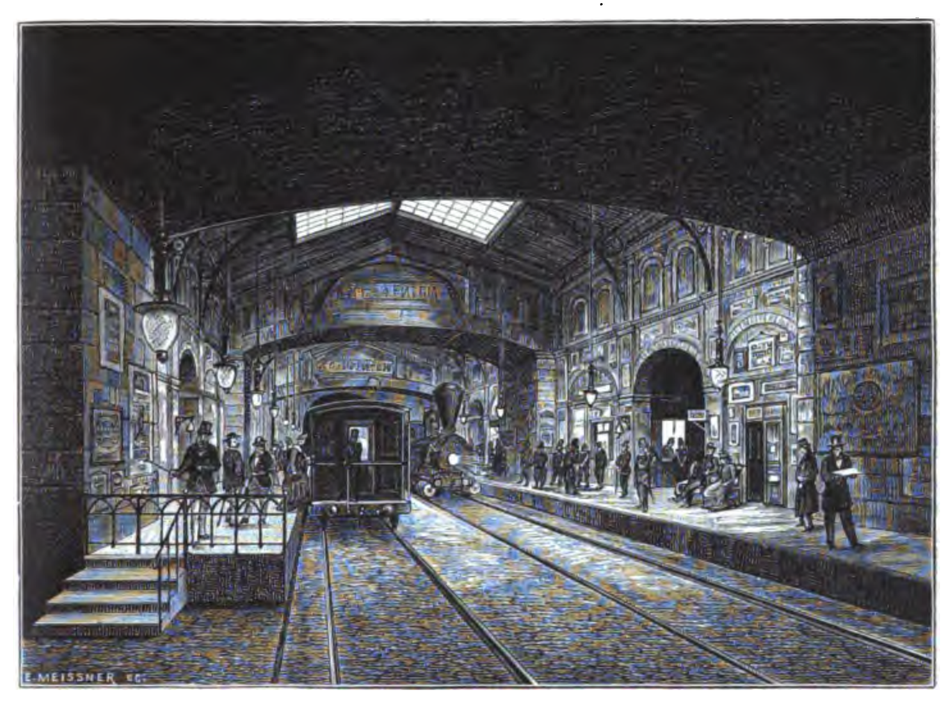
In Berücksichtigung dieses Sachverhaltes ist es wohl am Platze, wenn in einem die Technik des Eisenbahnwesens behandelndem Werke auch jenen Verkehrseinrichtungen das Wort geredet wird, an welchen sich die Principien, nach denen der Mechanismus eines großen Betriebes geleitet wird, mehr und mehr verwischen und schließlich nur mehr im losen begrifflichen Zusammenhange mit dem stehen, was wir unter einer Eisenbahn verstehen. Wenn also die nachstehend behandelten Constructionen und Einrichtungen mit der diesem Buche vorangestellten sinnbildlichen Ueberschrift »Vom rollenden Flügelrade« collidiren, möge man mit dem Verfasser nicht zu strenge ins Gericht gehen; die Nothwendigkeit, alles einschlägige Material, welches das Eisenbahnwesen in seiner begrifflichen Erweiterung liefert, einem Werke gleich dem vorliegenden einzuverleiben, ist einleuchtend genug, um das Beginnen zu entschuldigen.

Mit der Klarlegung dieses Standpunktes ergeben sich die sachlichen Angliederungen, die wir im Auge haben, von selbst. In erster Linie sind es die Kleinbahnen, welche als Vermittler des örtlichen Verkehrs zahlreichen Nothwendigkeiten dienen und demgemäß unser Interesse erheischen. Unbeschadet der bei ihrer Anlage als maßgebend angenommenen technischen Formen lassen sich die Kleinbahnen in Stadt- und Land- (Vicinal-) Bahnen und drittens in solche eintheilen, welche in Form stabiler Herstellungen den Zwecken der Industrie und der Landwirthschaft dienen. Die nächstniedere Ordnung sind die transportablen Industrie-, Feld- und Waldbahnen, bei welchen die Translation vielfach vom Dampfbetrieb und vom elektrischen Betrieb abgeht, und an dessen Stelle das Zugthier und die Handarbeit treten läßt. Zum Abschlusse des Ganzen sei dann einer Construction gedacht, welche sich im Betriebe industrieller und landwirthschaftlicher Unternehmungen steigenden Erfolges erfreut: der Förderbahnen mit Drahtseilbetrieb und der eng damit verknüpften einschienigen Hängebahn. Bei Besprechung der Kleinbahnen trennen wir auf Grund der motorischen Einrichtungen die Locomotivbahnen von den elektrischen Bahnen, da die letzteren ihrer Eigenart und der ganz in sich abgeschlossenen Entwickelung wegen eine gesonderte Behandlung erfordern.

Unter den Kleinbahnen bilden die Stadtbahnen, sofern sie als Normalbahnen hergestellt sind, gewissermaßen den Uebergang von den Hauptbahnen zu den eigentlichen Klein- oder Straßenbahnen. Die technische Form der Stadtbahnen liegt in ihrer Bestimmung. Da sie den Verkehr der überfüllten Straßen der Großstädte zu entlasten haben, hat ihre Anlage nur dann praktische Bedeutung, wenn sie auf gesondertem Pfade sich bewegen, also nicht auf den Straßen, sondern über oder unter denselben. Von welcher Bedeutung eine solche Anlage werden kann, zeigt am deutlichsten das Stadtbahnnetz von London, die Metropolitan District- und Metropolitan-Railway. Der Doppelring dieser Bahn umschließt denjenigen Theil Londons, welcher die reizendsten Parks, die königlichen Schlösser, die wichtigsten öffentlichen, sowie der Kunst und Wissenschaft dienenden Gebäude, die schönsten und großartigsten Straßen und Plätze, sowie die Mittelpunkte des wirthschaftlichen Lebens: Börse, Bank, Post u. s. w., aufweist. Beide Linien gehören verschiedenen Gesellschaften. Die Metropolitan-Districtbahn umschließt in elliptischer Curve jenen Stadttheil, in welchem alle Fäden des Londoner Verkehrs zusammenlaufen: die City, während die Metropolitanbahn mit den großen Linien des nördlichen London in Verbindung steht; sie verläuft in unmittelbarer Nähe der großen Personen- und Güterbahnhöfe der nördlichen und westlichen Linien (Paddington-, Batter-Street-, Pancras- und Kings Croß-Station) und endet in Moorgate-Street unweit der Ausgangsstation Mansion-House.

Der Verkehr auf der unterirdischen Bahn ist, wie es sich leicht denken läßt, von außergewöhnlicher Intensität. Von den beiden Endstationen Mansion-House und Moorgate-Station verkehren täglich durchschnittlich je an 200 Züge (von 6 Uhr Früh bis 11 Uhr 40 Minuten Nachts) und die gleiche Zahl von Zügen

trifft in den genannten Stationen ein. Es verkehren also durchschnittlich etwa 400 Züge im Tage, und zeitweilig erhöht sich diese Zahl auf 500 und selbst auf 600. Diese erstaunliche Leistungsfähigkeit ergiebt sich daraus, daß die von den Ausgangs-, beziehungsweise zu den Endstationen verkehrenden Züge der unterirdischen Bahn auch den directen Verkehr mit den großen Centralstationen der übrigen Bahnen vermitteln. Nach der Configuration dieses Bahnnetzes unterscheiden die Betriebsdispositionen der unterirdischen Bahn drei Zugscurse, von denen zwei ausschließlich über die Linien der unterirdischen Bahn (Inner- und Mittelzirkel),



Eine Station der Londoner Untergrundbahn.

der dritte (Außenzirkel) nur zum Theil über diese, zum Theil über Linien der London and North-Western- und der North-London-Railway sich erstrecken. Die Züge folgen einander, je nachdem sie zu dem einen oder anderen Zugscurse gehören, in Pausen von 10 bis 20 Minuten, doch sind zwischen die Züge der einen Route allemal solche der anderen Route eingeschoben, so daß alle drei, vier Minuten ein Zug abgefertigt wird, beziehungsweise in den Endstationen eintrifft.

Die Anlage der Londoner Stadtbahnen als Ringbahnen hat sich im Laufe der Zeit insofern als ungenügend erwiesen, als damit den stetig wachsenden Stauungen in den Verkehrsstraßen der Londoner Innenstadt nicht abgeholfen

wurde. Erst in den letzten Jahren sind Schritte nach dieser Richtung unternommen worden, indem man eine unterirdische Transversalbahn mit elektrischem Betrieb hergestellt hat, auf welche wir weiter unten zurückkommen. Zugleich giebt London ein Beispiel ab, wie groß die Schwierigkeiten ausreichender Lüftung mit Dampf betriebener, stark befahrener langer Tunnelstrecken sind, und wie schwer eine Verzinsung derartiger Anlagen zu erwarten ist.

Leider gilt das letztere auch im Allgemeinen von den auf hohen Viaducten geführten Bahnen mit doppelspurigen Betriebsmitteln, welche überdies die Straßenzüge entstellen und auch sonst mit allerlei Uebelständen verbunden sind. Kein



Stadtbahn in Berlin: Jannowitzbrücke.

Wunder also, daß seit Langem in Fachkreisen die Frage: Tief- oder Hochbahn hin- und herschwankt, ohne daß eine principielle Entscheidung sich ergäbe. Auf der Londoner Untergrundbahn sind vielfach Verbesserungen gemacht worden, welche den früheren so häufig gerügten Uebelständen wenigstens theilweise abgeholfen haben. Der Rauch belästigt im Allgemeinen weniger als man vermuthen sollte. Besondere Luftschläuche setzen die Tunnelstrecken mit dem Freien in Verbindung, welche die Luft in ersteren zweifellos verbessern, wenn auch nicht sehr wesentlich. Bedenklicher ist, daß die sich ansammelnden Rauchmassen das Erkennen der Signallichter durch die Locomotivführer sehr erschweren. Aus diesem Grunde wurden wenigstens die neuen unterirdischen Strecken mit mächtigen Ventilationsmotoren bedacht.

Vergleicht man mit dieser Anlage die Hochbahn von Berlin, so wird Niemand die der letzteren innewohnenden Vorzüge verkennen. Von kühnen Eisen-

constructionen überspannt, erheben sich die großartigen Hallen über den Erdgeschossen mit ihren zahlreichen weiten Thoren. »Durch die mattblauen Glaswände dringt das Tageslicht gedämpft in die Hallen, oder es strahlt des Nachts das elektrische Licht in zauberischem Glanze in die Stadt hinab. Und wenn wir im bequemen Wagen über die Schienen rollen: welch' reizender Wechsel prächtiger Stadt- und Landschaftsbilder, welch' angenehmer Blick in das Gewoge großstädtischen Lebens unter uns, oder in den zitternden Widerschein von tausend und tausend Lichtern zu unseren Füßen. Auf der Untergrundbahn fährt man nur, um Zeit zu ersparen — auf der Hochbahn zu Berlin kann man auch zu seinem Vergnügen fahren.«

Allerdings ist auf der Londoner Untergrundbahn einer der wichtigsten Forderung, die man an eine Stadtbahn stellen kann, großartig Genüge geleistet: der Möglichkeit, jederzeit von jeder Station wegfahren zu können. Aber die Erfüllung dieser Forderung steht mit dem Systeme selbst in keinem Zusammenhange. Die Bedenken gegen die Verunzierung der Straßenzüge hat die praktischen Amerikaner nicht verhindert, die Stadtbahnen ihrer großen Emporien durchwegs als Hochbahnen, und zwar als Pfeilerbahnen, auszuführen. Diese »Elevated Raylways« sind zum Theile in sehr ingeniöser Weise angeordnet, um Raum zu sparen. Die ältere Anlage von New-York, welche ausschließlich dem localen Personenverkehr dient, wird von einer einzigen an der Trottoirkante der Straßen aufgestellten Säulenreihe getragen. Die Entfernung der Tragsäulen schwankt je nach den Umständen zwischen 9 bis 15 Meter. Um Entgleisungen vorzubeugen, beziehungsweise um für den Fall der Entgleisung die Folgen derselben zu beschränken, sind den Schienen entlang innerhalb der Gestänge Langhölzer als Sicherheitspfosten befestigt. Die Höhe der Säulen ist eine solche, daß die Fahrbahn über das Niveau des ersten Stockwerkes hinausragt, schwankt somit zwischen 4 bis 5 Meter. Vom Straßenniveau führen eiserne Treppen auf die Bahnperrons, auf welchen außer der kleinen Hütte des Billetencassiers in der Regel auch ein überdeckter, mit Bänken versehener Warteraum sich befindet. Die Züge verkehren von 6 Uhr Früh bis 8 Uhr Abends (Sonntags ausgenommen, wo der Verkehr des Morgens erst um 8 Uhr eröffnet wird) und folgen einander in Zwischenräumen von 10 Minuten. Die Züge bestehen aus einer Tenderlocomotive, welche mit einem Wagengehäuse umschlossen ist, und zwei Waggons, welche je 48 Sitzplätze haben. Die stärkste in der Bahn vorkommende Steigung ist 1 : 41, die kleinste Curve hat nur 17 Meter Radius. Die Fahrgeschwindigkeit ist eine mäßige, denn sie beträgt nur etwa fünf Meter in der Secunde.

Eine Hochbahn mit elektrischem Betriebe zeigt die Abbildung auf Seite 689. Bei der etwas leichten Construction des Eisengerüstes sind selbstverständlich möglichst leichte Wagen, wie sie bei den gewöhnlichen Straßenbahnen in Verwendung stehen vorausgesetzt. Die gut fundamentirten Ständer befinden sich in Entfernungen von 25 Meter und sind sehr solid mit den dreieckförmigen Gitterträgern verbunden. Eigenartig ist die nach John Meigg's System ausgeführte Hochbahn in Boston,

welche in dem beigegebenen Vollbilde dargestellt ist. Dem Principe nach ist es eine einschienige Bahn, und zwar von durchaus origineller Anordnung.

Die Wagen »reiten« gewissermaßen auf der Fahrbahn, wobei sie unterhalb von schräg einwärts gerichteten, auf Schienen laufenden Rädern getragen werden. Die Fahrbahn besteht aus einem eisernen, durch zahlreiche seitliche Stützen versteiften Balken, auf welchem drei Schienen angebracht sind: zu oberst eine Schiene, auf welcher die am Boden der Wagen angebrachten Rollen gleiten, dann auf jeder Seite des Balkens je eine Schiene, in welche die schiefstehenden Räder eingreifen. Die freie Höhe unter der Bahn beträgt 4·2 Meter. Ein ganz eigenthümliches Aussehen haben

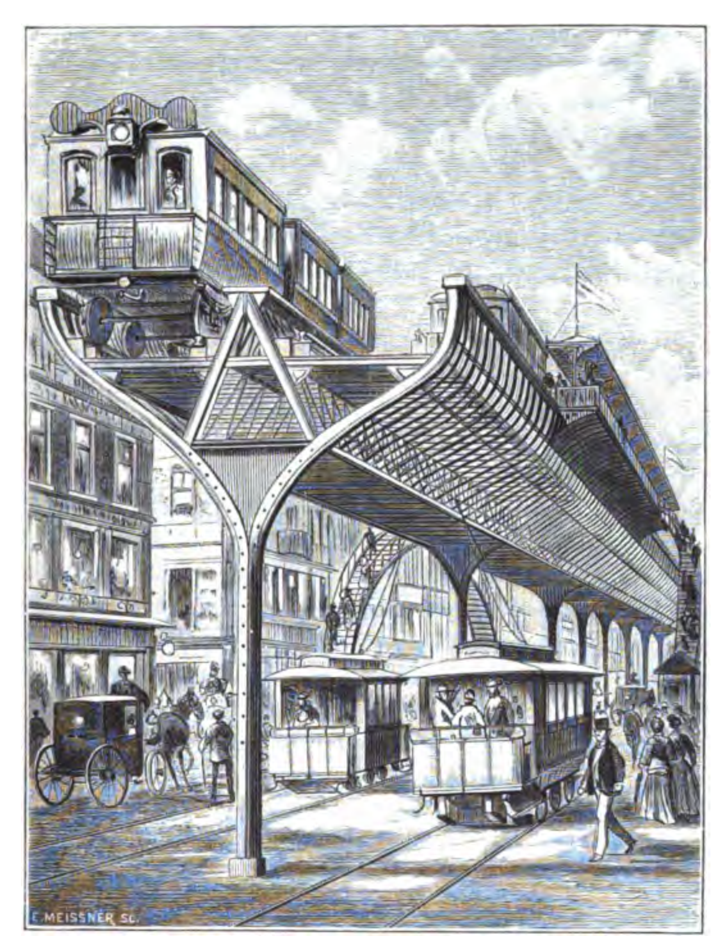


Hochbahn in New-York.

die Wagen — riesige Cylinder, welche innen durchwegs gepolstert und sehr bequem eingerichtet sind. Die Treibräder der Locomotive, welche in ihrer Gesammtanordnung den Wagen entspricht, haben einen Durchmesser von einem Meter und sind wie die Gleichgewichtsrollen der Wagen horizontal gestellt. Ihre Achsen sind mit Kolben versehen und sitzen in Cylindern, so daß die Räder in Folge des an den Kolben wirksam werdenden Dampfdruckes gegen die Seitenkanten der oberen Schiene angepreßt werden und dadurch die zur Fortbewegung nothwendige Adhäsion hervorgerufen wird. Ueber die Ausdehnung der Anwendung dieses Systems konnte der Verfasser Näheres nicht in Erfahrung bringen.

Wie aus der Aufgabe der Stadtbahn die Art und Weise des Betriebes, so folgt aus dieser die Wahl des Motors. Vom Pferdebetrieb — der diese Aufgabe

nicht erfüllen kann — abgesehen, entschied man sich naturgemäß für den Dampfbetrieb. Locomotiven für Stadtbahnen müssen verhältnißmäßig kräftig und dabei doch geschmeidig genug sein, um auch scharfe Bögen anstandslos durchlaufen zu können; sie müssen rasch anfahren, aber auch rasch und ohne Stoßwirkung anhalten können; sie dürfen nicht viel Rauch und Ruß absondern und müssen



Hochbahn, System Clark.

größere Strecken mit einer einzigen Ausrüstung an Brennmaterial und Wasser zurücklegen können. Das Bestreben, die Zugkraft möglichst nutzbringend zu verwenden, führte zur Bevorzugung der Tenderlocomotiven gegenüber den Locomotiven mit Schlepptender.

Die mancherlei nicht zu beseitigenden Uebelstände der Dampflocomotiven — Geräusch durch den Auspuff, Rauch und Ruß — ließen große Hoffnungen in die

sogenannten »feuerlosen« Locomotiven, von welchen an anderer Stelle die Rede war (vgl. Seite 305), setzen. Die Hoffnung ist indes nicht in Erfüllung gegangen und so schenkten die Constructeure der elektrischen Maschine erhöhte Aufmerksamkeit, indem sie von ihr alles Heil erwarteten und erwarten. So äußerte sich beispielsweise ein hervorragender Fachmann, Gustav Kemmann, welcher kürzlich von der technischen Hochschule in Berlin den Auftrag erhalten hatte, die Verkehrseinrichtungen Londons zu studiren, in seinem aus diesem Anlasse verfaßten prächtigen Werke wie folgt: »Wenn sich die Frage, welcher Art von Verkehrsmitteln für den inneren Stadtverkehr (in London) die Zukunft gehören wird, vorläufig noch nicht endgiltig zu Gunsten der elektrischen Betriebsweise entscheiden läßt, so hat sich doch bereits beim Betriebe der City- und Südlondon-Bahn gezeigt, daß mit dieser neuen Art von Verkehrsmitteln ernstlich gerechnet werden muß. Sie bieten so in die Augen springende Vortheile, daß ihre allgemeine Einführung nicht allein in London, sondern auch in Berlin, Paris und New-York aufs Lebhafteste befürwortet wird.«

---

2. Elektrische Straßenbahnen.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, an dieser Stelle die gesammte Entwickelungsgeschichte der elektrischen Eisenbahnen vorzutragen. Das, was wir auf Seite 298 u. ff. im Allgemeinen über diesen Gegenstand vorgebracht haben, dürfte zur Orientirung ausreichen, so daß wir sofort auf den heutigen Stand des elektrischen Bahnbetriebes übergehen können. Schon geraume Zeit hat man versucht, die Pferde durch verschiedene Motoren zu ersetzen, ohne daß dies — den Dampf ausgenommen — in zweckentsprechender Weise gelungen wäre. Durch einige Zeit beschäftigte man sich viel mit einer Construction, bei welcher das Zugseil in Anwendung kam.

In der That bewährte sich dieses System an mehreren Orten, besonders dort, wo starke Steigungen vorkommen und ein großer Verkehr zu bewältigen ist. Indes haften dem Systeme auch vielfache Gebrechen an und sind die Herstellungskosten sehr bedeutende. In Amerika, wo diese Construction hauptsächlich zur Anwendung kam, ergab sich, daß der Leitungscanal allein 30.000 bis 50.000 Dollars per Kilometer einfaches Geleise kostet. Außerdem sind mit diesem Canal viele Unzukömmlichkeiten verbunden, darunter die Schwierigkeit seiner Reinigung und die Kostspieligkeit seiner Instandhaltung. Nachdem jedes einzelne Seil eine Betriebseinheit ist, führt ein Reißen desselben zur Unterbrechung des ganzen Verkehrs auf einer langen Strecke. Ein Seilriß kann einen Wagen auf den andern schleudern,

wie es in Philadelphia geschah, oder er kann einen in Ruhe befindlichen Wagen plötzlich in Bewegung setzen, wie es in New-York vorgekommen ist. Von den mancherlei anderen Nachtheilen sei nicht weiter die Rede.

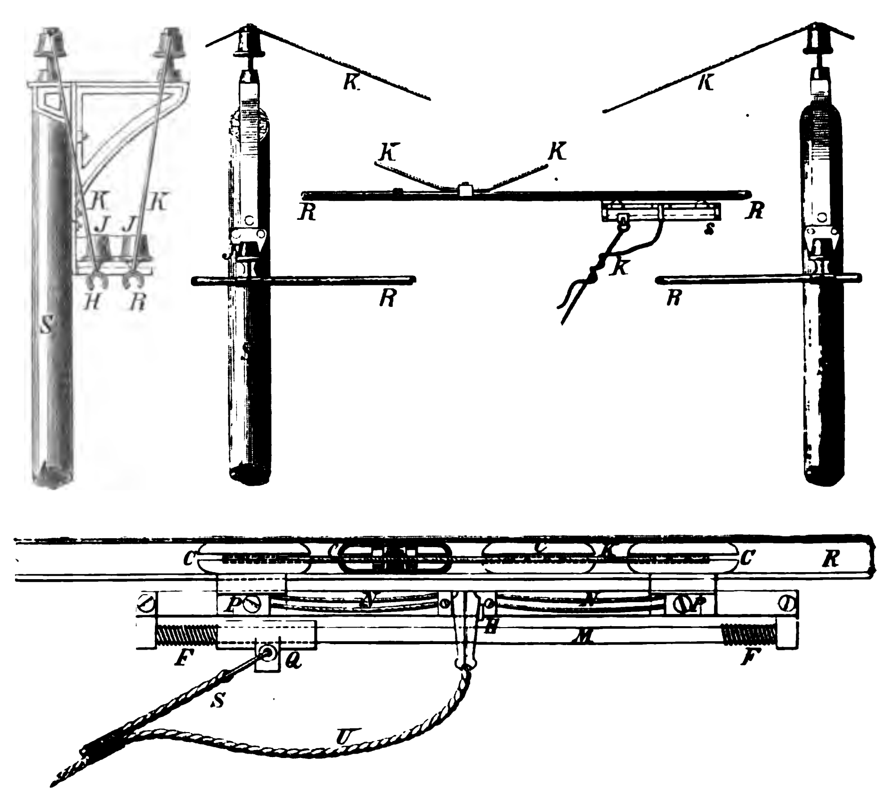
In Folge Vervollkommnung der elektrischen Motoren hat auch die Ausgestaltung des elektrischen Eisenbahnbetriebes ein rascheres Tempo genommen. Schon mühen sich kühne Projectanten mit der Realisirung des Fernverkehrs durch Anwendung großer und starker elektrischer Locomotiven ab und die sanguinischsten sehen bereits die »elektrischen Blitzzüge« in den internationalen Verkehr eingestellt. Daß es sich hierbei um ganz enorme Geschwindigkeiten (200 bis 250 Kilometer) handelt, versteht sich von selbst. Vorläufig wollen wir indes bei dem bleiben, was besteht und was sich bewährt hat.

Gegen ein ausgedehntes Netz von elektrischen Straßenbahnen wird in der Regel der Einwurf gemacht, daß dessen Betrieb kaum möglich sei, daß der Stromkreis häufige Unterbrechungen erleide, daß eine größere Zahl von Wagen nicht fortbewegt werden könne, daß die Motoren Beschädigungen unterliegen u. dgl. m. Solche Einwürfe sind nur dort begründet, wo das System mangelhaft, das Material ein minderwerthiges, die Betriebsführung eine nachlässige ist. Wie viele Gebrechen haften nicht der Locomotivbahn an und wie häufig versagt nicht das eine oder andere Organ dieses complicirten Mechanismus, ohne daß es Jemanden einfiele, gegen die Zweckmäßigkeit desselben zu eifern. Thatsache ist, daß es wenige oder gar keine Maschine giebt, die so schwer in Unordnung zu bringen ist, wie der elektrische Motor, und daß keiner die veränderlichsten Belastungen leichter erträgt als dieser.

Der elektrische Betrieb der Straßenbahnen findet auf zweierlei Weise statt. Entweder wird von einer Centralstelle aus der am Wagen montirte Motor bethätigt, oder dieser führt die Elektricitätsquelle mit sich. Für die Zuleitung des Stromes können entweder die Schienen, auf welchen die Räder laufen, benützt werden; oder eine dritte Schiene, welche entweder in der Mitte des Geleises oder neben demselben angebracht ist; oder unterirdische Canäle, in welchen sich der Leiter befindet; schließlich oberirdische Drahtleitungen. Ferner kann entweder ein geschlossener metallischer Stromkreis in Anwendung kommen, oder es werden die Schienen und die Erde für den Rückstrom gewählt.

Das Accumulatorensystem, bei welchem jeder Wagenmotor die Kraftquelle mit sich führt, kann im Principe als das vollkommenste System angesehen werden. Indes machen die Gegner desselben geltend, daß beim Betriebe mit Accumulatoren ein bedeutendes, mehrere Tons betragendes Gewicht — das der Batterien — das todte Gewicht des Wagens bedeutend erhöht. Dazu kommt noch, daß eben dieses Sachverhaltes wegen die Wägen bedeutend schwerer construirt werden müssen, so daß sich bei der kleinsten Type noch immer ein Totalgewicht von 6½ Tons ergiebt. Nicht ohne Berechtigung ist auch die andere Einwendung, dahin gehend, daß der elektrische Strom in den Batterien eine bedeutende Schwächung erleidet, da er zuerst

zu den Accumulatoren und von diesen aus zum Motor geht, während beim Leitungssystem der Strom der primären Dynamo direct zum Motor gelangt. Der Verlust ist sehr bedeutend und kann unter Umständen bis auf 35 Procent steigen. Außerdem kommen die Manipulationskosten doppelt so hoch zu stehen als die Erhaltungskosten für das Leitungsnetz bei directem Systeme. Im Uebrigen befindet sich das Accumulatorensystem noch völlig im Stadium der Experimente, und da



Stromleitung und Contactschiffchen. (Siehe Seite 694.

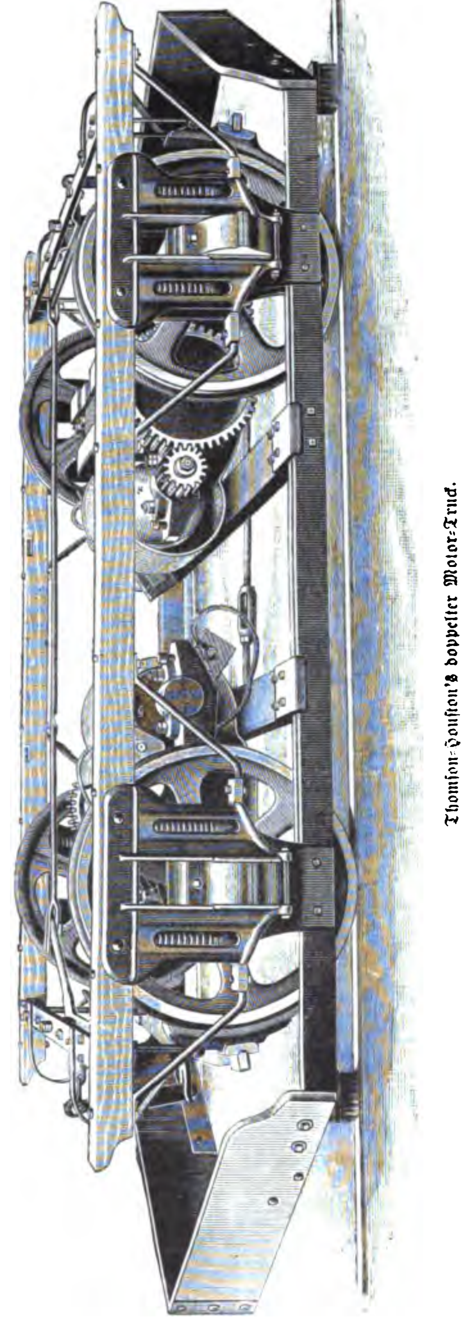
die hierbei erzielten Fortschritte nicht zu verkennen sind, muß es sich früher oder später zeigen, ob die in dieses System gesetzten Hoffnungen sich erfüllen lassen.

Sehen wir nun zu, wie es mit den einzelnen Formen des sogenannten »directen Systems« bestellt ist. Wir sehen hierbei von Gleitschienen, als einer veralteten Anordnung, ab und gehen auf die beiden anderen Formen über, bei welchen entweder eine Luftleitung oder eine unterirdische Leitung zur Anwendung kommt. Beide haben ihre Vor- und Nachtheile. Die oberirdische Leitung mit ihrem auf Pfählen geführten Kabel ist kostspielig und beengt den Raum, die unterirdische Canalleitung ist kaum billiger und haften ihr alle Unzukömmlichkeiten an, die

weiter oben bei den Zugseilbahnen hervorgehoben wurden. Es wird also jedes der beiden Systeme auf Grund der sich jeweilig ergebenden Nebenumstände sich in keiner Weise als das zweckmäßigere erweisen.

Eine typische Anlage mit unterirdischer Leitung ist das System Bently-Knight. Die Construction besteht aus gespaltenen eisernen Röhren, welche in Stücken von etwa zwei Meter Länge zusammengesetzt werden. In den Röhren befindet sich der Stromleiter und erfolgt die elektrische Verbindung durch Contacte (Gleitstücke), welche vom Wagen durch den Längsspalt der Röhren bis zu den Kupferkarren der Leitung herabreichen. Trotz des mißlichen Umstandes, daß durch den Spalt allerlei Unrath in das Innere der Röhre eindringen und dadurch das ordnungsmäßige Functioniren der Gleitcontacte behindern oder gänzlich unterbrechen kann, hat sich dieses System gleichwohl in der Praxis bewährt.

Ein anderes System ist das von M. Wynne, von welchem Etienne de Fodor in seinem Werke »Die elektrischen Motoren« die folgende Beschreibung giebt. »M. Wynne versieht den Tramwagen mit Contactbürsten, welche ganz einfach auf direct neben oder zwischen dem Geleise befindlichen Stromabnahmestellen in Knopfform schleifen. Die Stromzuleiter sind in einer ganz geschlossenen Röhre verborgen. Von dieser Röhre gehen (sagen wir jede 20 Centimeter) Contactstellen in Knopf- oder Zahnform aus, welche, sorgsam von einander isolirt, auf der Straße frei zu Tage liegen. Durch diese Anordnung soll verhütet werden, daß der freiliegende Theil des unterirdischen Leiters eine ununterbrochene Linie bilde. Das



Thomson-Houston's doppelter Motor-Truck.

Publicum bekommt von den Leitern nichts anderes zu sehen, als eine Reihe von metallenen Knöpfen, welche längs des Geleises einherzieht. In diesen Knöpfen soll aber nie Strom vorhanden sein, um die unausbleiblichen großen Stromverluste zu vermeiden. Es soll nur in jenen Knöpfen Strom sein, welche gerade vom Wagen und seinen Contactbürsten bedeckt werden.« Zu diesem Ende ist eine besondere Anordnung mit einem kleinen Motor getroffen, die indes zu complicirt ist, um sie hier zu erläutern. Aus demselben Grunde stellen sich der Uebertragung dieses Systems in die Praxis ganz erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Unterirdische



Elektrische Straßenbahn, System Thomson-Houston.

Systeme werden ferner durch folgende Constructeure repräsentirt: Siemens & Halske, Crompton & Soll, Lineff & Bailey, Wheleß u. A.

Die oberirdischen Leitungen sind zur Zeit das verbreitetste System elektrischer Straßenbahnen. Eine bekannte Anordnung ist die von Siemens & Halske, welche auf Seite 692 abgebildet ist. Die Leitung besteht aus eisernen Röhren (HR), welche an ihrer unteren Seite der Länge nach aufgeschlitzt sind, durch über Isolatoren geführte Kabel (K) einerseits und durch Isolatoren (J J) anderseits getragen werden. Die Isolatoren für die Kabel, welche gleichzeitig mit den Röhren die Stromleitung besorgen, ebenso die Isolatoren für die Röhren, sind mittelst eiserner Träger an kräftigen Holzsäulen (S) befestigt. Die Verbindung dieser Stromleitung mit der secundären Maschine am Wagen vermitteln in den Röhren gleitende Schiffchen (s)

welche durch Kabel (k) mit der vorerwähnten Secundärmaschine in Verbindung stehen. Dieses Schiffchen ist durch ein Zugseil am Wagen befestigt und wird von diesem bei seiner Vorwärtsbewegung nachgezogen.

Die zweite Figur veranschaulicht die Anordnung. R ist die unten der Länge nach aufgeschlitzte Eisenröhre, C C . . sind die vier Contactstücke, aus welchen sich das Schiffchen zusammensetzt. Um diese Stücke im sicheren Contact mit der Röhre zu erhalten, ist jedes derselben aus zwei Schalen zusammengesetzt, welche durch eine innen angebrachte Feder an die innere Röhrenwandung angedrückt werden. Unter einander sind diese Contactstücke durch das Kabel K aus biegsamen Kupferdrähten leitend verbunden.

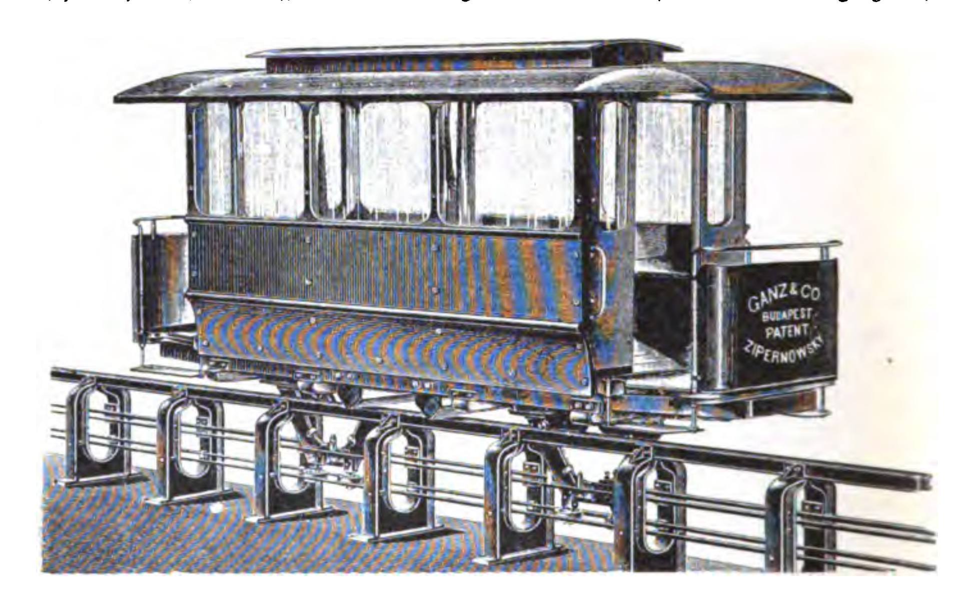
Das erste und letzte Contactstück besitzt je einen nach abwärts gerichteten Ansatz (P P), welcher durch den Schlitz der Röhre aus dieser herausragt und mit einer elastischen Stahlstange (M) fest verbunden ist. Auf dieser gleitet eine Muffe (Q), an der das Zugseil (S) sich anschließt. Um das stoßweise Anziehen des Wagens durch das Seil zu mildern, ist zwischen der Muffe und dem Ansatzstücke eine Spiralfeder (F) eingeschaltet. Die Stromableitung aus dem Contactschiffchen erfolgt durch das Kabel U, welches an den Zapfen H befestigt ist. Letzterer steht durch die Kupferseile N N und die Ansatzstücke P P mit dem Schiffchen in leitender Verbindung. Die Auflösung des Schiffchens in vier Contactstücke einerseits und die Elasticität der Stahlstange M anderseits ermöglicht das Passiren von Krümmungen von sehr geringem Radius. Jeder Wagen oder Zug (es fahren auch bis zu drei Wagen zusammen) führt zwei solcher Schiffchen mit sich, von welchen das eine in der stromzuleitenden, das andere in der stromableitenden Röhre gleitet.

In Nordamerika, wo die elektrischen Maßnahmen eine große Entwickelung genommen haben, sind hauptsächlich zwei Systeme vorherrschend, das von Thomson-Houston und das von Sprague. Bei ersterem sind die Motoren — wie aus Abbildung Seite 693 zu ersehen — beweglich auf dem Rahmen aufgehängt und vollständig unabhängig vom Wagenkörper. Jeder Motor hat blos einen Commutator; auf dem Anker liegt blos ein Bürstenpaar auf, und brauchen die Bürsten nicht gedreht zu werden, wenn der Wagen rückwärts laufen soll... Beim System Sprague wird ein Ende des Motors nahe dem Mittelpunkte des Wagens durch doppelte Compressionsfedern getragen, welche an einem losen Bolzen hängen, der an der Querstange in dem Wagenboden befestigt ist. Es ist dadurch eine wiegende Bewegung der Motoren ermöglicht. Die Bewegung der Anker wird auf die Wagenachsen durch eine federnde Zahnradübersetzung (Combination von Federn und Zahnrädern) übertragen. Jede Wagenachse hat ihren eigenen Motor, wodurch die Adhäsion vergrößert wird.

Der Anwendung von hochgespannten Strömen für den elektrischen Betrieb von Straßenbahnen stehen verschiedene Schwierigkeiten im Wege, welche durch das sogenannte »Seriensystem« überwunden zu sein scheinen. Wenigstens hat eine Anlage dieser Art, die von Northfleet in England, befriedigende Erfolge ergeben.

Auf das System näher einzugehen, würde zu sehr in das elektrotechnische fachwissenschaftliche Gebiet hinüberführen.

Ein ganz eigenartiges System ist die Straßenbahn mit senkrechter Spur des österreichischen Ingenieurs Zipernowsky. Erwägt man, daß die gewöhnlichen Straßenbahnen bei ihrer Anlage durch die gegebenen räumlichen Verhältnisse sehr behindert sind und hierbei eine gänzliche Neu- oder Umpflasterung des Straßenkörpers in der beiläufigen Breite von drei Meter zu erfolgen hat, so wird man ohne weiteres die Vorzüge eines Systems anerkennen müssen, welches jenen Uebelständen aus dem Wege geht. Dies ist nun mit dem von Ganz & Co. in Budapest construirten Zipernowsky'schen System erreicht. Die beigegebene Abbildung veranschaulicht diese interessante Anordnung. Die Räder, auf denen das Wagengewicht



Einspurige elektrische Straßenbahn, System Zipernowsky.

ruht, laufen auf einer doppelten Schlitzschiene, unter der sich ein gemauerter Canal befindet. In diesen letzteren reichen starke, mit dem Wagen starr verbundene Arme hinein, die sich mittelst Führungsrollen gegen beiderseitig im Canal untergebrachte Schienen stemmen und dadurch dem Wagen die erforderliche Stabilität verleihen.

Wie man sieht, unterscheidet sich diese Construction sehr wesentlich von den bisher bekannten Straßenbahnen, da sich bei jener nur ein Schienenstrang, beziehungsweise eine Doppelschiene auf dem Niveau des Straßenkörpers befindet, während das zweite Schienengeleise in einem unterhalb der Straßenoberfläche befindlichen Canal versenkt ist. Die Ebene, welche diese beiden Geleise verbindet, ist also eine senkrechte, weshalb auch diese Construction »Straßenbahn mit senkrechter Spur« genannt wird. Im Uebrigen können die Fahrzeuge, ohne daß das Wesen

der Bahn- oder Wagenconstruction eine Aenderung erfahren müßte, je nach Belieben durch animalische Kraft oder andere Motoren bewegt, beziehungsweise die Bahn selbst außer für elektrischen Betrieb auch für Seil- oder Kettenantrieb eingerichtet



Elektrische Untergrundbahn in London.

werden. (Vgl. Etienne de Fodor, »Die elektrischen Motoren mit besonderer Berücksichtigung der elektrischen Straßenbahnen«.)

Wir haben weiter oben, gelegentlich der Besprechung der Stadtbahnen, der versuchsweisen Einführung des elektrischen Betriebes in London Erwähnung gethan. Es betrifft dies die Ende 1890 dem Betrieb übergebene, 5 Kilometer lange »City- und Südlondon-Bahn«, welche die King-Williamstreet in der City unter der Themse hindurch über Great Doverstreet, Elephant and Castle, Kennington-Park und Oval mit Stockwell bei Clapham Road in zwei getrennten Tunnels unterirdisch verbindet. Die Tunnels sind eigentlich nichts anderes als zwei gußeiserne Röhren, deren eine für die Hinfahrt, deren andere für die Rückfahrt bestimmt ist. Beide Röhren sind zumeist nebeneinander, stets aber die eine höher als die andere angeordnet, damit die Passagiere in den Stationen über oder unter den Röhren zu den hydraulischen Aufzügen gelangen können, welche die Verbindung mit der Oberwelt herstellen. Die Geleise der Zwischenstationen liegen höher als die der Tunnelstrecken, so daß vor und hinter ihnen stark geneigte Rampen entstehen, welche bei der Einfahrt verzögernd, bei der Abfahrt beschleunigend auf die Geschwindigkeit wirken.



1. Inneres eines Personenwagens. 2. Verbindung der Locomotive mit der elektrischen Leitung. 3. Mündung des Tunnels in einer unterirdischen Station.

Die beiden mitfolgenden Abbildungen veranschaulichen das Aussehen einer Station, beziehungsweise die Anordnung der Wagen und der tunnelartigen Röhren. Die elektrischen Locomotiven haben ein Gewicht von zehn Tons und ruhen auf zwei Achsen, deren jede unabhängig von der anderen durch die Dynamo angetrieben wird. Der elektrische Strom wird vermittelst einer zwischen den Gestängen des Geleises liegenden dritten Schiene, auf welcher drei schwere Contactschlitten der Locomotive gleiten, zugeführt. Als Rückleitung dienen die Fahrschienen. Eine Locomotive befördert einen Zug aus drei Wagen mit einer Geschwindigkeit von 24 Kilometer per Stunde, doch kann dieselbe ohne Bedenken auf 40 Kilometer erhöht werden. Die Wagen fassen 30 bis 40 Personen und werden elektrisch beleuchtet, während die Röhren ohne Licht sind. Trotz des Lobes, das diesem Systeme von autoritativer Seite zugesprochen wird, meint ein witziger Fachmann: »Soweit die Annehmlichkeit der Fahrt in Betracht kommt, wird man den Hochbahnen nicht erfolgreiche Concurrenz bieten. Das Geräusch der Contactschlitten auf den Schienen findet an den eisernen Wänden hundertfachen Widerhall, die Luft im Tunnel pfeift und zischt — für starke Nerven keine wohlthuende Musik, für kranke Nerven aber so ein Lied, »das Steine erweichen, Menschen rasend machen kann.«

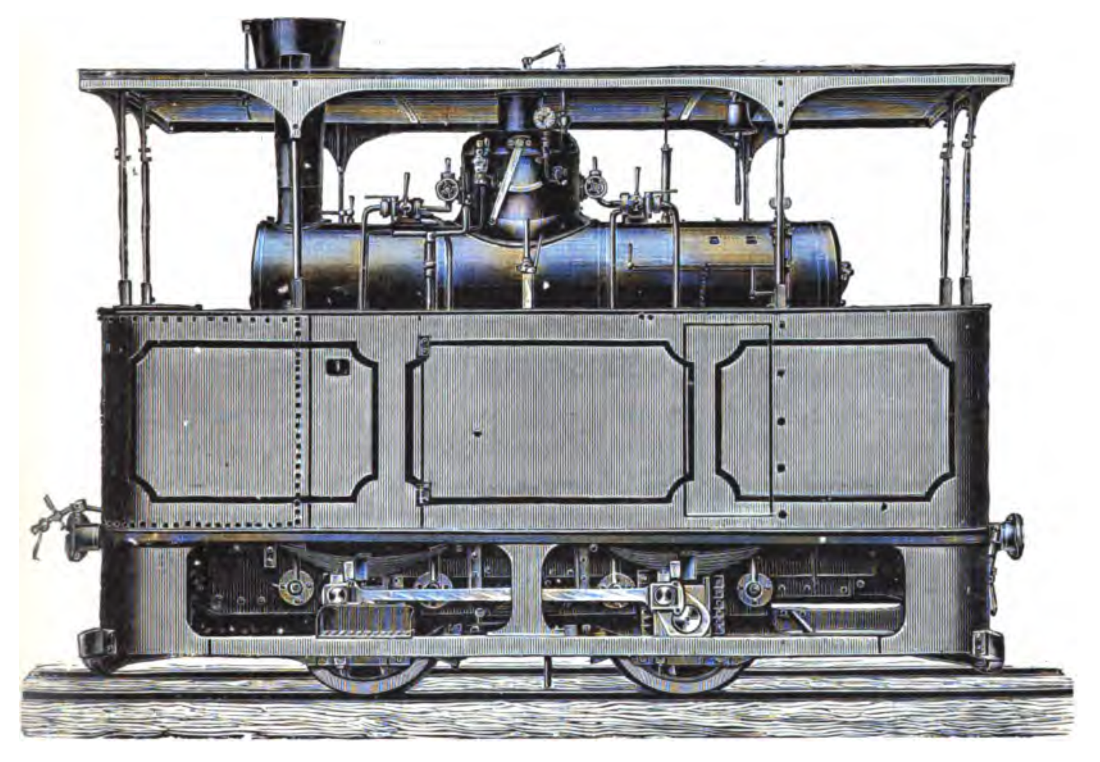
---

3. Kleinbahnen.

Wir fassen unter diese Bezeichnung jene Gruppe von Eisenbahnen zusammen, welche — mit Ausschluß der vorbesprochenen Stadtbahnen und elektrischen Straßenbahnen — entweder allgemeinen localen Verkehrsbedürfnissen in der einfachsten Form dienen, oder besonderen, vornehmlich wirthschaftlichen Zwecken und Verhältnissen angepaßt sind. Für die Kleinbahnen der ersteren Kategorie sind die Dampftramways, für welche kein besonderer Bahnkörper angelegt, sondern die vorhandenen Straßen benützt werden, typisch. In die zweite Kategorie fallen alle industriellen, landwirthschaftlichen, montanistischen Zwecken dienende feste Bahnanlagen, zum Unterschiede von den transportablen, ganz leichten und nicht ausschließlich für den Locomotivbetrieb eingerichteten Anlagen, welche sich allmählich zu einem besonderen Zweig der Eisenbahntechnik entwickelt haben.

Die Dampf-Straßenbahnen haben den Schienenweg und den Fahrapparat mit den großen Eisenbahnen gemein, während sie bezüglich der Verkehrsform dem Landfuhrwerke und allen anderen zur Bewältigung eines lebhaften Personenverkehrs dienenden Vehikeln sich nähern, beziehungsweise organisch anschließen. Damit ist die Rolle, welche den Dampf-Straßenbahnen zufällt, gekennzeichnet und zugleich das Unterscheidungsmerkmal gegenüber den entweder als Vollbahnen oder

als Schmalspurbahnen hergestellten Bahnen niederer Ordnung, welche an anderer Stelle besprochen worden sind (S. 56 u. ff.), gegeben. Die Bedeutung der ersteren liegt — conform derjenigen der Stadtbahnen — vornehmlich darin, daß sie dem in den großen Städten aufgewachsenen Wagenverkehr dienstbar gemacht werden. In dicht bevölkerten Fabriks- und Landdistricten geben sie ein ausgezeichnetes und rentables Verkehrsmittel ab. Auf einzelne lange, das flache Land durchziehende Linien ist diese Verkehrsform bisher nur ausnahmsweise übertragen worden, doch



Straßenbahn-Locomotive mit Führerstand in der Mitte, Spindelbremse oder Wurfbremse, Feuerungsthür an der Seite (Constructeur: Märkische Locomotivfabrik, Schlachtensee).

wird man sich nicht der Thatsache verschließen können, daß die Straßenbahnen als letzter Zweig der mit Dampf betriebenen Schienenwege dazu berufen sind, die entegensten Theile eines Landes an das große Eisenbahnnetz anzugliedern.

Die in den Dampf-Straßenbahnen verkörperte Form des secundären Transportwesens fand alsbald in der regen Theilnahme der Maschinenbauer eine wirksame Unterstützung, so daß zur Zeit die im Gebrauche stehenden Motoren allen billigen Anforderungen, die man an sie zu stellen berechtigt ist, entsprechen. Es gilt dies vornehmlich — wenn wir von den ausländischen Fabrikaten absehen — von den Maschinen der Firma Kraus & Co. und der Märkischen Locomotivfabrik,

welch' letztere überdies in der Construction leichter, den verschiedensten Zwecken dienenden Maschinen Vorzügliches leistet. Alle diese Maschinen zeichnen sich durch geräuschlosen Gang und durch sparsamen Brennmaterialverbrauch aus. Solid und stabil gebaut, befahren sie mit Leichtigkeit auch größere Steigungen und scharfe Curven. Die Construction ist einfach, übersichtlich, das Triebwerk vor Staub geschützt, aber gut zugänglich; die Maschinen sind dauerhaft, zuverlässig und billig im Betriebe. Der Führer kann sich frei bewegen, hat freie Aufsicht auf die zu befahrende Bahn beziehungsweise die zu befahrende Straße und kann bei plötzlich eintretenden Hindernissen die Geschwindigkeit mittelst einer kräftig wirkenden Bremse rasch vermindern oder den Zug innerhalb kürzester Zeit zum Stehen bringen.

Die Abbildung Seite 699 veranschaulicht die Gesammtanordnung einer Straßenbahn-Locomotive der Märkischen Locomotivfabrik (in Schlachtensee bei Berlin). Da die Dampf-Straßenbahnen vielfach in die Randbezirke der großen Städte eindringen, erscheint es nothwendig, sowohl die Rauchentwicklung, als das durch den Auspuff hervorgerufene Geräusch, vor welchem Pferde scheuen, nach Thunlichkeit zu beschränken. In Fällen, wo als Feuerungsmaterial nicht Cokes verwendet wird, erhalten die Maschinen sorgfältig construirte Apparate zur Vermeidung des Funkenfluges. Petroleumfeuerung ist nicht empfehlenswerth, da sie einerseits die Hinzugabe eines umständlichen, die Locomotive erheblich vertheuernden Apparates bedarf, anderseits große Vorsicht in der Behandlung erheischt. Dem geräuschvollen Dampfauspuff wird durch Anwendung eines Exhaustors vorgebeugt. Dagegen sind die mancherlei kostspieligen und schweren Compensationseinrichtungen minder praktisch; denn durch die Condensation des ausströmenden Dampfes beraubt man sich des künstlichen Zugmittels, mittelst dessen der Locomotivkessel viermal mehr Dampf in derselben Zeit produciren kann, als ein feststehender Dampfkessel von gleicher Heizfläche. Man ist diesfalls gezwungen, entweder ein weiteres künstliches Zugmittel, z. B. ein Gebläse oder einen Ventilator, zu benützen oder einen viel größeren Kessel zu verwenden. Das Alles vertheuert und complicirt den Mechanismus.

Bezüglich der äußeren Ausstattung der Tramway-Locomotiven ist nicht viel zu sagen. Im Allgemeinen ist man bestrebt, demselben durch entsprechende Verhüllungen das Aussehen eines gewöhnlichen Waggons zu geben, um das Scheuwerden der Pferde und damit möglicherweise verbundene Unglücksfälle zu verhüten. Die Seiten der Maschine sind demgemäß meist mit geschlossenen Wänden construirt, oder mit Klappfenstern versehen; das Treibwerk wird durch Fallthüren maskirt.

Der Charakter der Straßenbahnen schließt die Herstellung eines besonderen Unterbaues in der Regel aus und werden solche Constructionen nur ausnahmsweise, durch örtliche Verhältnisse bedingt, zur Anwendung kommen. Umso größere Achtsamkeit hat man dem Oberbau zuzuwenden, bei dessen ökonomischer Beurtheilung die eigenthümliche Thatsache sich ergiebt, daß er umso theurer wird, je untergeordneter die Bedeutung der betreffenden Linie bezüglich der Verkehrsverhältnisse

ist. Es absorbirt nämlich bei Hauptbahnen der Oberbau etwa 15—20 Procent des gesammten Anlagecapitals, während er sich bei Nebenbahnen auf 25—30 Procent beläuft. Aus diesem Grunde wird man bei der Oberbau-Construction für Straßenbahnen (wie überhaupt für Bahnen niederster Ordnung) die sorgfältigsten und allseitigsten Erwägungen anzustellen haben, um vor schweren Mißgriffen bewahrt zu bleiben. Gutes Material, widerstandskräftige Schwellen und nicht zu leichte

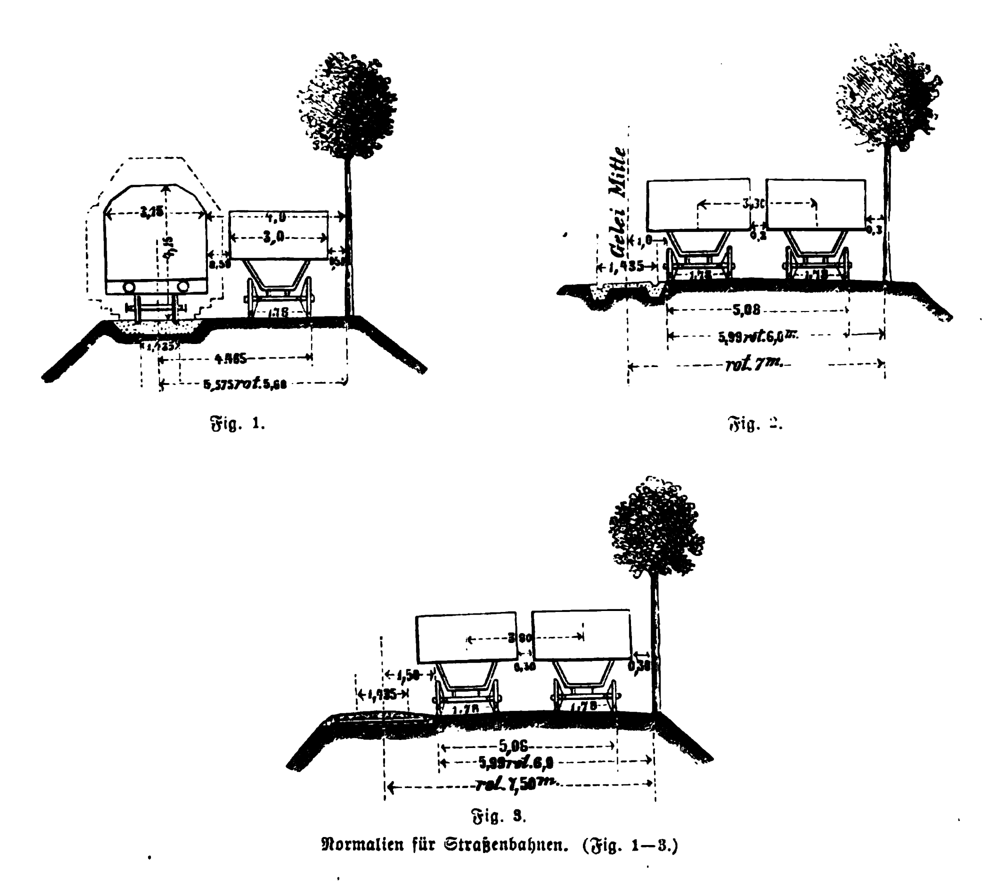


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Normalien für Straßenbahnen. (Fig. 1—3.)

Schienen werden den diesfälligen Erfordernissen entsprechen. Leichte Schienen sind überhaupt unökonomisch, da mit ihrer schnellen Abnützbarkeit größere Kosten verbunden sind, als die Beschaffung schwererer Schienen sie bedingen.

Bezüglich der Lage der Straßenbahn im Terrain, d. h. als ergänzender Theil eines bereits bestehenden Communicationsmittels, bestehen in den einzelnen Ländern diesbezügliche Vorschriften, deren Beachtung umso wichtiger ist, als die Benützung einer Fahrstraße durch die Bahn unter Umständen zu Unzukömmlichkeiten verschiedener Art führen kann. Im Nachstehenden sind einige der wichtigsten Verfügungen wiedergegeben, welche seitens der preußischen Regierung in dieser

Angelegenheit erlassen wurden und welche so ziemlich die hierbei auch anderwärts maßgebenden Gesichtspunkte illustriren.

Bei der Mitbenützung eines öffentlichen Weges zur Anlage einer Eisenbahn untergeordneter Bedeutung soll die Fahrgeschwindigkeit in der Regel 20 Kilometer in der Stunde nicht übersteigen. Größere Geschwindigkeiten sind nur nach Maßgabe der jeweils sich ergebenden Verhältnisse zulässig. Bezüglich der Anordnung der Geleise hat der Grundsatz zu gelten, daß der für den Verkehr der Landfuhrwerke verbleibende Straßenraum auf einer Seite der Bahn liegt. Die Breite desselben ist in der Regel derart zu bemessen, daß ein Landfuhrwerk von der größten vorkommenden Ausladung (d. i. etwa 3 Meter) unbehindert neben einem Bahnzuge passiren könne, beziehungsweise daß zwei solche Wagen bei Abwesenheit eines Bahnzuges einander ausweichen können. Die Erfüllung dieser Bedeutung knüpft sich an die Voraussetzung, daß das Planum der Straßenbahn vom Landfuhrwerke

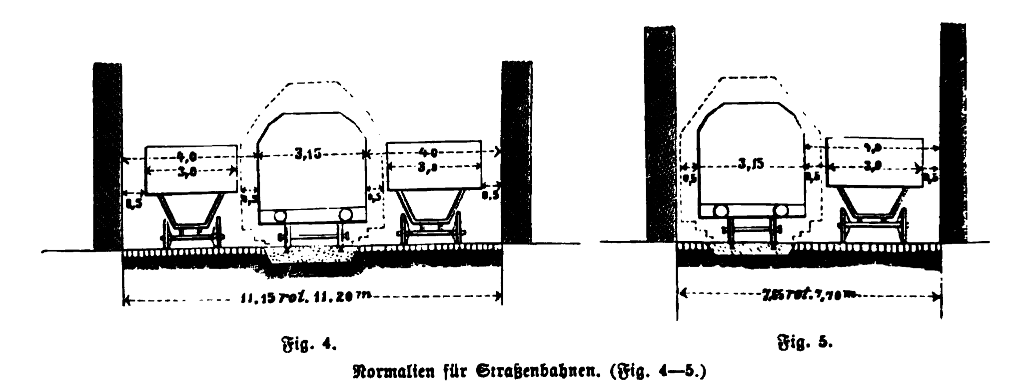


Fig. 4. Fig. 5.

Normalien für Straßenbahnen. (Fig. 4—5.)

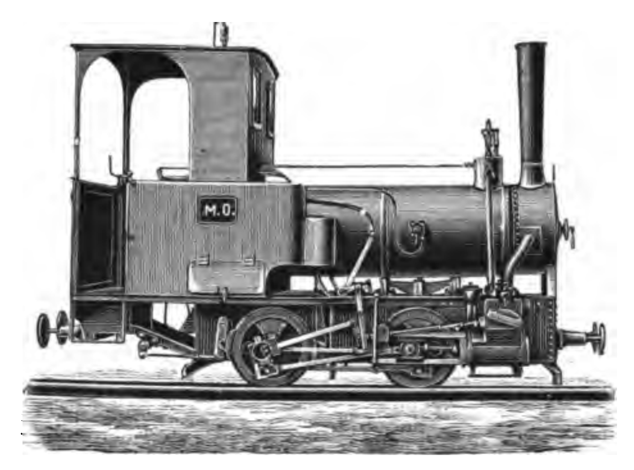
befahren werden kann. Die diesbezüglichen Anordnungen und Abmessungen sind aus Fig. 1 auf Seite 701 zu entnehmen.

Die beiden anderen Figuren (2 und 3) veranschaulichen die Situation, wenn der von der Straßenbahn in Anspruch genommene Raum für Landfuhrwerke nicht benützbar ist. In diesem Falle hat die für letztere erforderliche Wegbreite zwischen dem Punkte, bis zu welchem das Rad eines Landfuhrwerkes sich dem Geleise nähern kann, und die Begrenzung des Weges auf der der Bahn entgegengesetzten Seite etwa 6 Meter zu betragen. Das Maß der Entfernung von der Geleismitte bis zu der entgegengesetzten Straßenbegrenzung hängt in diesem Falle außer von der Spurbreite des Bahngeleises, auch von der Breite des Raumes neben dem Geleise, beziehungsweise der inneren Schiene ab, wenn die Oberbau-Construction die Befahrung dieses Raumes durch Landfuhrwerke nicht zuläßt.

Bei Führung einer Straßenbahn durch Ortschaften erscheint es zweckmäßig, das Geleise, wenn irgend thunlich, in der Mitte der Straße zu legen. Sofern, was in der Regel der Fall sein wird, der Raum zwischen und neben den Schienen

derart beschaffen ist, daß er vom Landfuhrwerke benützt werden kann, sind die Breiten so zu bemessen, daß auf jeder Seite des Zuges Raum für mindestens einen Wagen von der größten vorkommenden Ausladung erübrigt. Die vorstehende Fig. 4 veranschaulicht diese Situation .... Ist die erforderliche Breite nicht vorhanden, so ist das Geleise auf einer Seite der Straße anzuordnen, wie Fig. 5 zeigt, wobei jedoch die Minimalbreite der Straße (7·7 Meter) in der Regel nur für einzelne kurze, durch Baulichkeiten besonders beengte Strecken als zulässig erachtet wird.

Scharfe Curven sind nach Thunlichkeit zu vermeiden, da durch dieselben die Zugsverhältnisse stark beeinflußt werden und auch auf die Schienen und das Rollmaterial schädigend einwirken. Desgleichen sind starke Steigungen nur auf ganz kurze



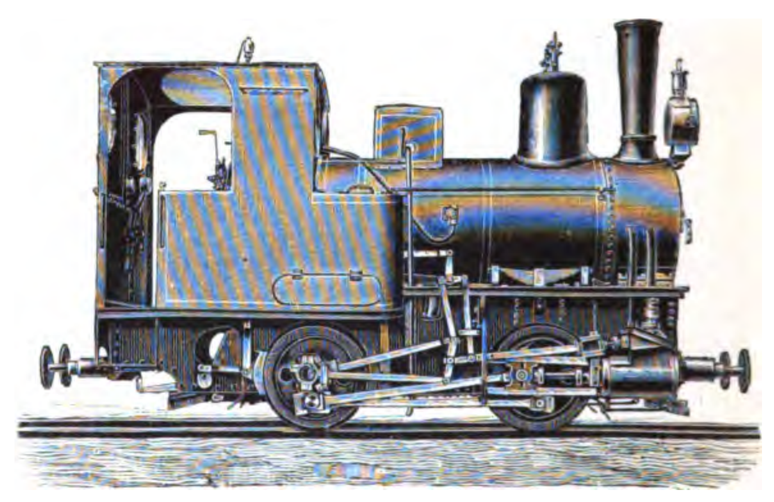
Schmalspur-Locomotive für 10, 20, 30 und 40 Pferdekräfte.
(Constructeur: Märkische Locomotivfabrik, Schlachtensee.)

Strecken zulässig. Das Fahren durch Curven, vornehmlich wenn der Ausblick begrenzt oder gänzlich behindert ist, erfordert auf Straßenbahnen der Natur der Sache nach noch größere Achtsamkeit als auf Hauptbahnen, wo das Betreten der Fahrbahn strenge verboten ist und die anwesenden Streckenwächter jeden unzukömmlichen Zwischenfall controliren. Besondere Vorsicht erheischt ferner das Fahren — wie dies ja bei solchen Anlagen häufig vorkommt — in der Nähe von Objecten, welche der Feuersgefahr ausgesetzt sind. An solchen Stellen sind die Aschenkastenklappen fest zu schließen und muß der Auspuff aus den Cylindern möglichst verengt werden, indem man entweder größere Expansion anwendet, oder durch Schließung des Regulators die Dampfzufuhr verringert.

Von den Dampf-Straßenbahnen, welche ausschließlich dem öffentlichen Verkehr dienen, unterscheidet sich bezüglich der hierbei zur Geltung kommenden technischen Formen nicht unwesentlich jene Kategorie von Kleinbahnen, welche gewerblichen, landwirthschaftlichen und sonstigen Zwecken dient und als solche den Uebergang

zu den transportablen Anlagen dieser Art bildet. Je nach der Bedeutung des betreffenden Objectes, seiner Lage zu bereits bestehenden Haupt- oder Nebenbahnen und sonstigen Gesichtspunkten, werden derlei »Arbeitsbahnen«, wie man sie kurzweg nennen möchte, entweder normalspurig oder schmalspurig, oder als transportable Bahn hergestellt. Meist sind es wohl feste Schmalspurbahnen von 0·5 bis 1·0 Meter Spurweite mit Locomotivbetrieb und zum Theile eigenartigen Betriebsvorrichtungen, welche die mancherlei Manipulationen bei der Verfrachtung der Güter erleichtern.

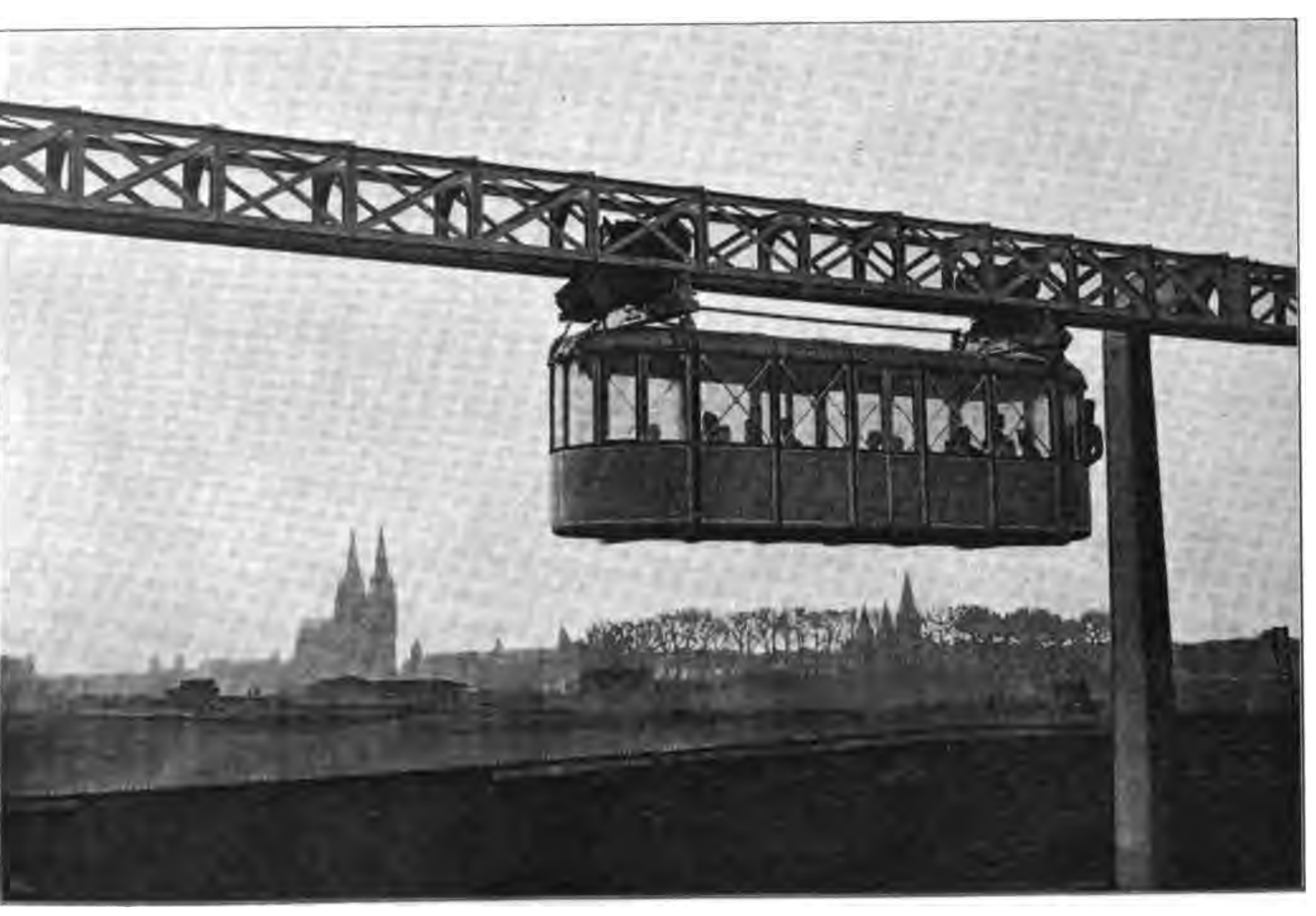
Große Mannigfaltigkeit, conform den vielerlei Bedürfnissen und Zwecken, denen solche Bahnanlagen dienen, zeigen die Fahrbetriebsmittel. Wir werden im nächsten Capitel sehen, wie es sich damit verhält, und wollen an dieser Stelle nur



Schmalspur-Locomotive für 80, 90, 100 und 125 Pferdekräfte.
(Constructeur: Märkische Locomotivfabrik, Schlachtensee.)

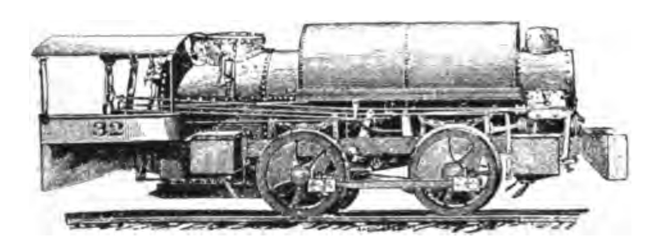
einige Bemerkungen über die Locomotiven anfügen. Aus den beigegebenen Abbildungen ist zu ersehen, daß bei principieller Festhaltung an der äußeren Erscheinung die Maschinen bezüglich ihrer Gesammtanordnung eine große Schmiegsamkeit im Sinne ihrer jeweiligen Bestimmung bekunden, d. h. dem Principe der Individualisirung der weiteste Spielraum gegeben ist. Dem Typus einer Locomotive entsprechen noch am meisten die kleinen, leichten Maschinen — wie sie beispielsweise von der bereits erwähnten »Märkischen Locomotivfabrik« in mustergiltiger Weise gebaut werden — welche den Betrieb auf schmalspurigen Eisenbahnen besorgen.

Die Gesammtanordnung kommt derjenigen einer großen Locomotive sehr nahe, und besteht der Unterschied vornehmlich in der Dimensionirung, beziehungsweise in der Vereinfachung oder dem gänzlichen Wegfall einzelner Hilfsorgane in der maschinellen Construction.

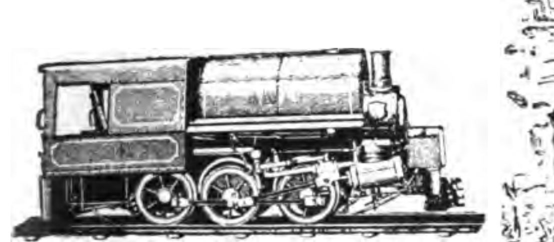


E. Langen's Schwebebahn.

Die leichten Locomotiven für Montanzwecke, sodann für gewisse landwirthschaftliche und industrielle Betriebe bedürfen keiner besonderen Einrichtungen, beziehungsweise Abweichungen von dem herkömmlichen Typus. Anders verhält es sich mit den Locomotiven für Hüttenwerke, Bergwerke und sonstige außergewöhnliche Verwendungen. So erhalten die Maschinen, welche zur Beförderung geschmolzener Metalle auf längeren Strecken von den Hochöfen nach den Gießereien, beziehungsweise heißer Blöcke nach den Walzenstraßen benützt werden, dementsprechende Einrichtungen: hohe Pufferwände, um den Führerstand hinten, die Cylinder und das Triebwerk vorne gegen Beschädigungen zu schützen. Die Führerstände werden,



Vierrädrige Tunnel- und Bergwerks-Locomotive.



Sechsrädrige Tunnel- und Bergwerks-Locomotive.



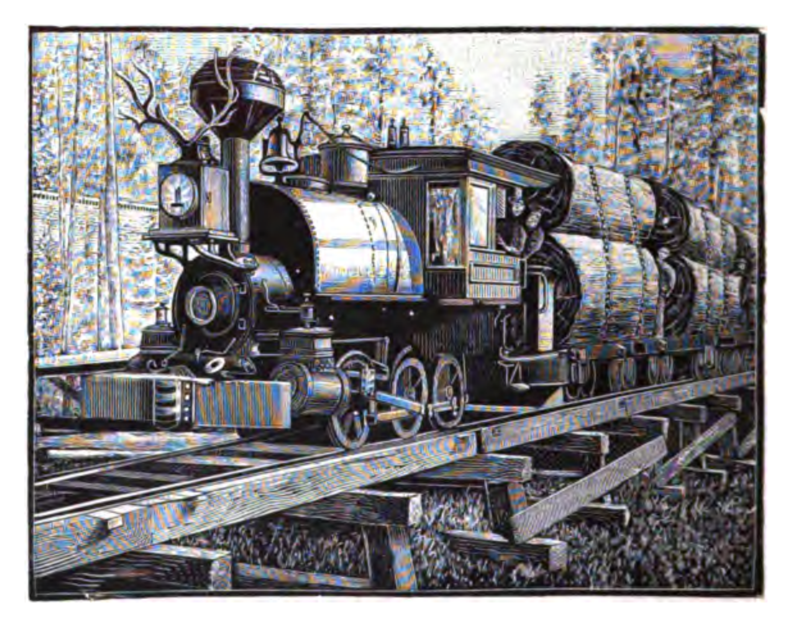
Vierrädrige Tunnel- und Bergwerks-Locomotive.

(Constructeur aller drei Typen: Märkische Locomotivfabrik, Schlachtensee.)

wenn die Maschinen bei Hochöfen, Bessemerwerken u. s. w. arbeiten sollen, meist geschlossen angeordnet, um das Maschinenpersonale nicht der großen Hitze auszusetzen. Es ist vortheilhaft, eine größere Locomotive zu wählen, als zur Förderung der glühenden Massen bezüglich des Gewichtes unbedingt erforderlich wäre, da die zum Transporte benützten Wagen meist eine ungenügende Schmiervorrichtung haben und das Schmieröl in den Lagern verbrennt.

Zum Betriebe der Grubenbahnen werden Maschinen leichtester Bauart und außergewöhnlich geringer Höhe verwendet. Bei diesen Maschinen, auf welchen der Führer sitzend seine Arbeit verrichten kann, wird zweckmäßig mit Coaks gefeuert, um möglichst geringen Rauch zu erzeugen. Die Verwendung solcher Locomotiven ist viel ökonomischer als die bisher gebräuchliche Förderung mittelst Kette

oder Seil, auch sind sie bei Verlegung der Arbeitsstätte weniger hinderlich als sonstige maschinelle Einrichtungen. Will man die Rauchbildung auf ein Minimum beschränken oder gänzlich beseitigen, so construirt man den Aschenkasten mit besonders dicht verschließbarer Klappe, zugleich wird der Kamin geschlossen und der Auspuff mittelst eines besonderen Apparates nach Außen geleitet. Das Feuer wird dadurch gedämpft, es muß jedoch der Kessel eine entsprechende Größe erhalten, um für die bestimmte Zeit den Dampf aufspeichern zu können. Bei einer Spurweite von 0·5 bis 0·6 Meter durchlaufen derlei Maschinen Curven von 10 bis 15 Meter



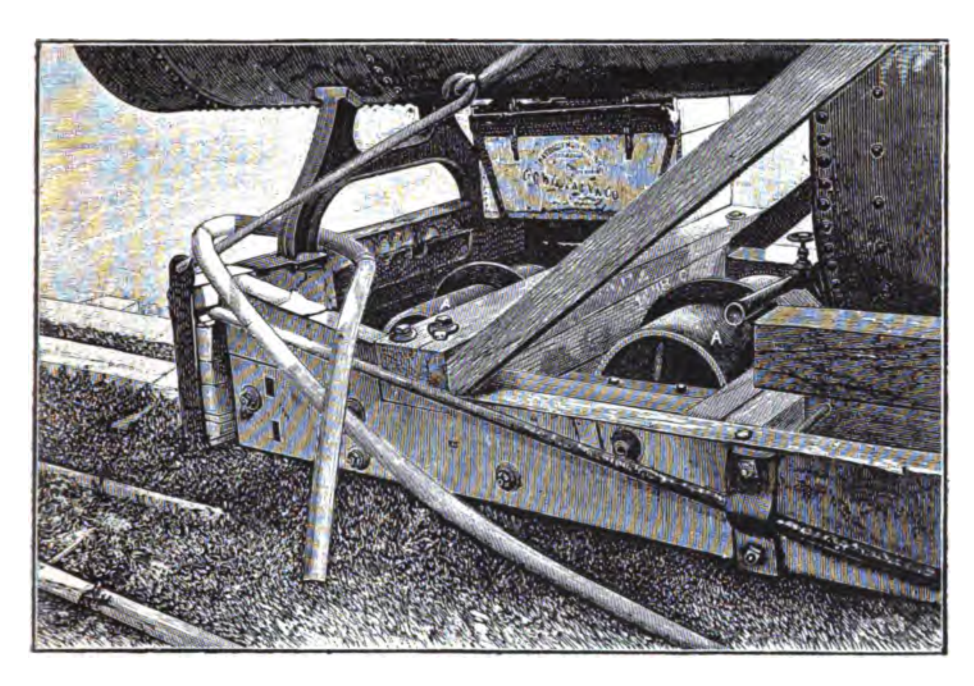
Waldbahn-Locomotive.

Radius ohne Anstand, doch empfiehlt es sich aus den bei den Straßenbahnen angeführten Gründen, den Curvenradius nicht unter 20 Meter zu wählen.

Ein außerordentlich leistungsfähiges Hilfsmittel in großen einschlägigen Betrieben sind die Waldbahnen. Sie sind die billigste und beste Anlage zur Beförderung von Baumstämmen nach den Schneidemühlen, beziehungsweise nach der Verladestation der Normalbahn. Die Spurweite der meisten Bahnen beträgt 0·6 oder 0·75 Meter, weil Wagen mit diesen Spurweiten die Anwendung langer Untergestelle gestatten und bequem zu beladen sind, ohne daß zu befürchten wäre, daß die Stämme zu hoch zu liegen kämen. Für Waldbahnen mit leichten Schienen, deren Gewicht 7 Kilogramm per laufenden Meter beträgt, ist die enge Spur von 0·6 Meter vorzuziehen. Außergewöhnliche Spurweiten sind zu vermeiden, weil das betreffende Rollmaterial wenig gebaut beziehungsweise gebraucht wird und auch

kostspieliger ist als das gewöhnlich im Gebrauch stehende Wagenmateriale für allgemein angewandte Spurweiten.

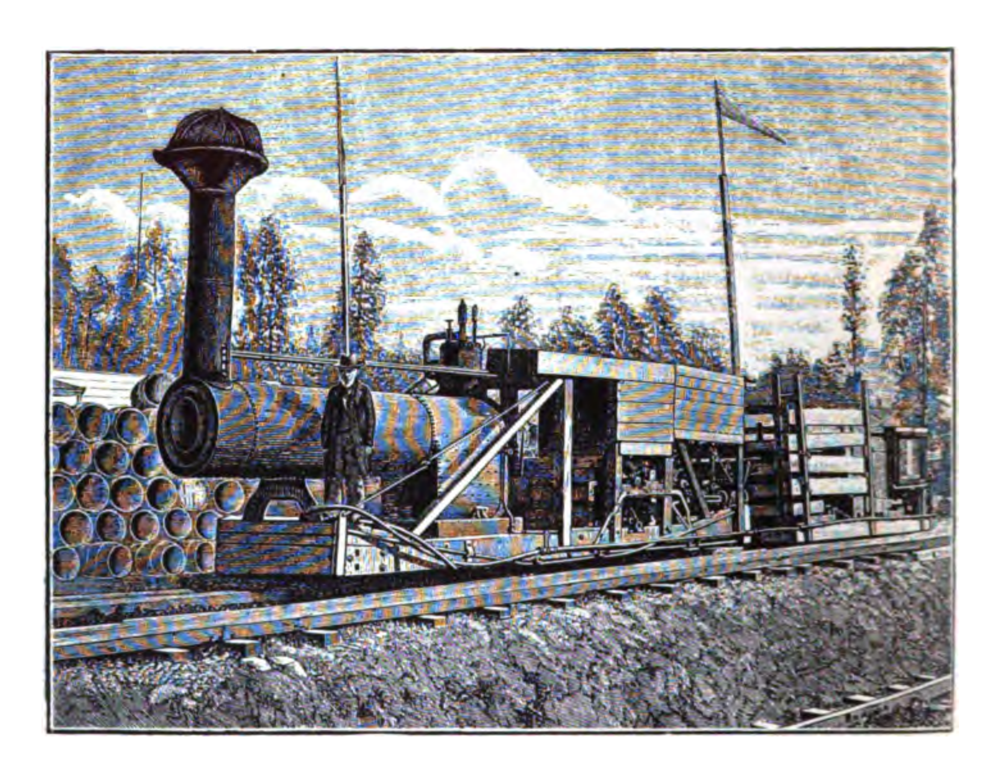
Schienen von 7 bis 16 Kilogramm Gewicht per laufenden Meter sind die geeignetsten. Zur Vermeidung unbequemer Arbeiten (Anschüttungen u. s. w.) können sonst wenig verwendbare geringwerthige Stämme in Senkungen eingebaut werden. Die Schienen werden dann mit Hackennägeln auf den Schwellen befestigt und letztere kreuzweise versteift, um ihrer Beweglichkeit vorzubeugen. Zuweilen kommen auch hölzerne Schienen zur Verwendung und liegen diesbezüglich interessante Er-



James Burt's Locomotive der »hölzernen« Bahn (Seitenansicht und Kopfende).

fahrungen vor. Die beste Holzart hierzu ist Ahorn. Entsprechend hergerichtete (d. h. mit Einschnitten versehene Schwellen) geben den Holzschienen eine gute Auflage. Befestigt werden die letzteren mit Holzkeilen, welche an der Außenseite der Schienen eingetrieben werden. Obwohl nun diese Construction auch den Locomotivbetrieb zuläßt, sind gleichwohl die Stahlschienen vorzuziehen, da diese dauerhafter sind und sich dadurch auf die Länge der Zeit billiger stellen; außerdem verschwenden hölzerne Geleise Kraft, sie sind bei nassem Wetter oder Frost sehr glatt, erfordern beständige Reparaturen und zwingen zu geringer Fahrgeschwindigkeit. Eine eigenartige Construction, welche jüngst in Nordamerika auftauchte, rührt von James Burt her. Der Oberbau dieser Waldbahn besteht aus je drei ungefähr 10 Centimeter breiten Holzbalken, welche der Länge nach eng aneinander gezimmert und auf Querschwellen

derart befestigt sind, dass dadurch zwei je circa 30 Centimeter breite fortlaufende Schienen mit einem freien Zwischenraum entstehen. Auf diesen Schienen laufen die Locomotive und Wagen auf eigenartig geformten Rädern. Diese walzenförmigen, circa 30 Centimeter breiten Räder (s. Bild S. 707) sind zusammenstoßend derart montirt, daß der dazwischen liegende Spurkranz in die Spalte zwischen den Laufschienen eingreift und jedes Rad unabhängig vom anderen sich um die gemeinschaftliche Achse drehen kann, welch' letztere Einrichtung überdies ein Entgleisen bei Krüm-



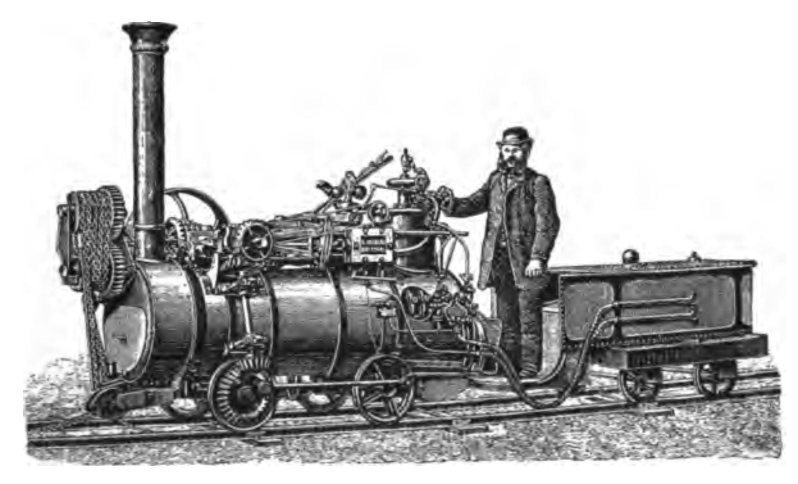
James Burt's Locomotive und ein Lastwagen der »hölzernen« Bahn.

mungen der Bahn verhindert. Im Uebrigen besteht die Locomotive selbst aus einem gewöhnlichen Dampfkessel mit Armatur und allen übrigen zur Ausrüstung eines Dampfwagens gehörigen Nebenapparaten wie bei gewöhnlichen Bahnen. Die Abbildung Seite 707 zeigt die auf dem Rahmen aus Holz und Eisen ruhende Armatur und die Verbindung der breiten Räder unter der Brust des Kessels, sowie die einfache Steuerung, während die obenstehende Darstellung ein Bild der ganzen Locomotive und eine Lastwagens bietet. Die ganze Anlage macht den Eindruck des Primitiven, ist aber nichtdestoweniger sehr solide und sicher, wie denn überhaupt das ganze System mannigfache Vortheile besitzt und für die dortige Gegend bei

deren Holzreichthum von besonderer Wichtigkeit ist, sowie viele Chancen für die Zukunft hat.

Zum Betriebe der Waldbahnen bedient man sich besonders hiefür construirter Locomotiven, welche weder schwere Schienen, noch ein tadellos gelegtes Geleise erfordern und überdies Curven sehr leicht durchlaufen.

In Berücksichtigung auf das häufige schwere Anziehen ist das Gewichtsverhältniß der Locomotiven zur effectiven Zugkraft ein hohes und reicht letztere selbst für sehr schwere Züge aus. Auf größere Fahrgeschwindigkeit wird es umsoweniger ankommen, als die vielfachen, durch die Disponirung der Lagerplätze u. s. w. bedingten Fahrtunterbrechungen ohnedies eine mäßige Fahrgeschwindigkeit bedingen.



Neuartige Ketten-Locomobil-Locomotive.

Die Locomotiven werden zweckmäßig für Holzfeuerung eingerichtet und ist zur Verhinderung des Funkenfluges durch entsprechende Vorkehrungen Sorge getragen.

Die Vortheile und die Billigkeit, welche die Anwendung der Waldbahn-Locomotiven in sich schließt, stützen sich keineswegs ausschließlich auf große Unternehmungen. Während die großen Locomotiven bis 10.000 Cubikmeter per Woche auf einer Strecke von 10 bis 20 Kilometer Länge fördern können, sind die kleineren Maschinen (Bild Seite 703) ebenso rationell verwendbar für 1500 bis 2000 Cubikmeter Leistung auf eine Entfernung von 1 Kilometer. Ist der Bestand abgeholzt, so erfordert er nur geringe Mühe und Kosten, die Bahn nach einem anderen Arbeitsplatze zu verlegen. Dadurch können ihrer Unzugänglichkeit wegen als geringwerthig angesehene Plätze bequem nutzbar gemacht werden. In großen Betrieben ist zudem die Möglichkeit gegeben, minderwerthige Holzsorten, welche bei anderen Beförderungsarten der Fäulniß überantwortet werden müssen, mit Verdienst zu verwerthen.

Für Mühlen, Sägewerke und sonstige landwirthschaftliche Unternehmungen eignen sich die kleinen leistungsfähigen Locomotiven vorzüglich, indem sie selbst sehr mangelhafte Geleisanlagen mit Sicherheit befahren. Leichte Construction, entsprechende Feuerungseinrichtungen (z. B. für Abfälle der Sägewerke), zweckmäßige Führerstände zur Erleichterung der Uebersicht und die mannigfachste Anordnung der Vorkehrungen für die verschiedensten Transportmethoden verleihen solchen Maschinen ein so großes Uebergewicht gegenüber der Verwendung von Zugthieren, daß ihr Vorzug in die Augen springend ist. Eine sehr zweckmäßige Anordnung ist die sogenannte »Ketten-Locomobil-Locomotive«, welche außergewöhnliche Vorzüge in sich vereinigt, da sie außer zum Transport auch als Locomobile bei verschiedenen landwirthschaftlichen Verrichtungen, sowie auch als Dampfwinde Verwendung finden kann... Damit haben wir aber bereits in das Gebiet der Feldbahnen, beziehungsweise der transportablen Bahnanlagen hinübergegriffen, die nun besprochen werden sollen.

4. Transportable Industrie- und Feldbahnen.

Die Transportsanlagen, welche unter der vorstehenden Bezeichnung zusammengefaßt werden, zeigen in handgreiflicher Weise, von welcher einschneidenden Wirkung die Pulsschläge, die vom Großverkehr ausgehen, auf die Bethätigungen des Gewerbefleißes, beziehungsweise die Bedürfnisse der landwirthschaftlichen Betriebe sich äußern. Denn gerade hier zeigt sich das Gebot der Noth von zwingendem Einflusse und die von



Transportables Geleise, System Decauville.

den Fortschritten der Technik in ausgiebiger Weise unterstützten Strebungen, billige und leistungsfähige Transportmittel zu schaffen, um den Anforderungen des Großverkehrs zu genügen, entsprangen in erster Linie dem Zwange äußerer Verhältnisse, weniger den inneren Bedürfnissen. Den Anstoß zu den transportablen Industrie- und Feldbahnen — insbesondere aber zu den letzteren — gaben die beunruhigenden Vorgänge auf dem Weltmarkte, welche die mit ungenügenden Mitteln betriebenen Wirthschaften auf das ungünstigste beeinflußten. Zunächst

waren es die in großen Productionsgebieten in Action getretenen Maschinen, welche allmählich einen gewaltigen Umschwung in der Landwirthschaft hervorriefen. Werkzeuge und Maschinen sind die Mittel, mit welchen der Mensch die Naturkräfte ausnützt; sie ersparen Arbeit und erübrigen Kräfte, welche, wie diejenigen des Menschen, in würdigerer Weise verwendet werden können. Durch zweckentsprechende Combinationen können die Maschinen zu Leistungen erhoben werden, welche bezüglich der Kraft und Schnelligkeit in anderer Weise kaum zu ermöglichen wären. Zugleich schaffen sie, in Folge der Gleichmäßigkeit ihrer Arbeit, bessere und nebenbei billigere Production; sie ermöglichen die Erübrigung productiver Kräfte, woran sich beschleunigtere und bessere Verwerthung der Producte und sicherer Absatz knüpfen.







Drehscheiben für festes Geleise.

Durch die Entwickelung des landwirthschaftlichen Maschinenwesens erlangten die großen Productionsgebiete, vornehmlich diejenigen jenseits des Oceans, einen Vorsprung der schwerwiegendsten Art. Dazu kam noch die Schnelligkeit und Billigkeit des Transportes nach Europa, vermöge welcher die in jenen Ländern geschaffenen riesigen Güter in großen Mengen und zu einem sehr niedrigen Preise auf den europäischen Markt geworfen werden konnten, wodurch hierselbst allmählich die Concurrenz lahmgelegt wurde. Die damit verknüpfte Werthreducirung der Bodenproducte, welche die Lage unserer Landwirthe immer mißlicher gestaltete, zwang gebieterisch zur Abhilfe. Durch Einführung der Maschinen wurden zunächst die Betriebskosten verringert. Nun bilden aber neben den Erzeugungsspesen die Transportkosten einen noch weit einschneidenderen Factor, da unter ungünstigen Verhältnissen die letzteren einen großen Theil des Gewinnes absorbiren. Mit anderen Worten: der Werth fast aller Bodenproducte ist im Vergleiche zu ihrem bedeutenden Volumen und der deshalb sehr theuren Verfrachtung ein verhältnißmäßig sehr geringer.

Unter dem Drucke dieser Verhältnisse mußten sich der Land- und Forstwirth und nicht minder die industriellen Unternehmungen nach einem Mittel umsehen, die ihnen in eigener Wirthschaft erwachsenden Frachtspesen möglichst einzuschränken und den Transport der Producte in der Weise einzurichten, daß mit möglichst wenig Aufwand an Kraft und Arbeit von Mensch und Thier, sowie an Zeit, das Möglichste geleistet werde. Dieses Mittel fand sich — von der rationellen

Ausnützung der technischen Erfindungen im Allgemeinen abgesehen — in der Herstellung billiger und leistungsfähiger Transporteinrichtungen, d. i. in den transportablen Arbeitsbahnen.

Transportable Drehscheiben.



Gußeiserne Drehscheibe mit Kreuzgeleis und selbstthätiger Feststellung.



Gußeiserne Zapfendrehscheibe mit Spurring.



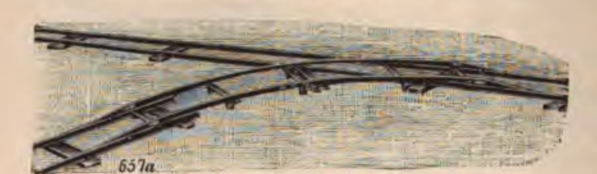
Gußstählerne Kletterdrehscheibe.



Schmiedeeiserne Kletterdrehscheibe.

Der Urheber dieses Verkehrsmittels ist der französische Ingenieur Decauville, dessen System die Richtschnur für alle späteren Constructionen gegeben hat. Es beruht darauf, daß sowohl das Bahngeleise, wie auch der Fahrpark, in derartigen Dimensionen und solcher Construction hergestellt werden, daß einerseits die Nothwendigkeit der Anlage eines eigenen Unterbaues entfällt, anderseits ein Verlegen der Bahn ohne große Mühe durchgeführt werden kann. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, das Geleise an beliebigen Orten und zu den mannigfachsten Zwecken, entsprechend den jeweils zu bewältigenden Translationsarbeiten, zu verwerthen und auf diese Weise die für die Rentabilität der betreffenden Wirthschaftsanlagen nothwendigen Jahresleistungen zu erzielen. Insbesondere bei Abfuhr von Ernteproducten, zu Mergelungen, Erd- und Düngertransporten leisten die

Transportable Kletterweichen.



Einfache, unverstellbare Kletterweiche.

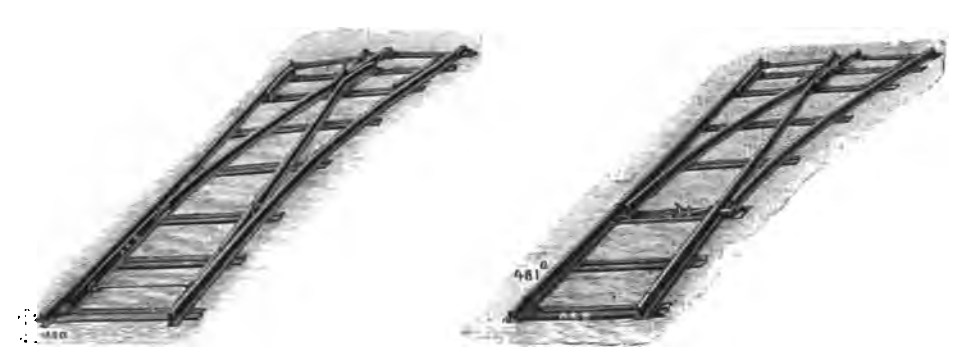


Kletterweiche in Zungenweichen-Construction.

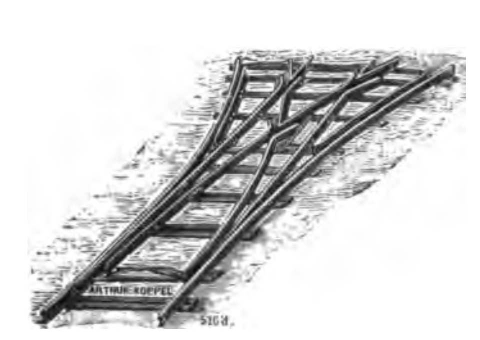
kleinen mobilen Feldbahnen Außerordentliches. Sie bringen nicht nur eine weit größere Leistung mit einem bedeutend geringeren Viehstande mit sich, sondern haben auch, insbesondere in schwerem Boden und bei nasser Witterung, den nicht zu unterschätzenden Vortheil, daß Felder und Wege beim Transporte fast gar nicht beschädigt werden.

Die technische Seite der transportablen Eisenbahnen ist zwar bezüglich ihres Principes sehr einfach, in den Details aber ungemein mannigfaltig. Das Decau-


Transportable Weichen.



Zungenweiche. Schleppweiche.



Dreiwegeweiche.



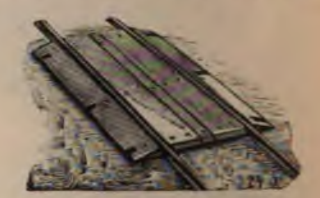
Weiche für Doppelgeleise.

ville'sche System, welches als bahnbrechend zu bezeichnen ist, hat eine große Zahl von verbesserten und vervollkommneten Constructionen nach sich gezogen, und bezieht sich dies vornehmlich auf den Oberbau. Die bekanntesten Systeme werden durch folgende Constructeure vertreten: Decauville, Orenstein, Koppel, Janiter, Kaehler, Birnbaum, Halske, Wagemann, Spelding, Dietrich, Brunon-Frère, Agthe, Mehrtens, Langnickel, Dolberg, Martin, Lehmann und Leyrer, Rintelen, Mathieu, Legrand, Larraber, Heike & Sierig, Freudenberg, Demerbe, Schmedler, Remy u. A. Die Abweichungen in den einzelnen Constructionen sind gering, indem sie theils die Form und Anordnung

der einzelnen Geleisstücke (Rahmen, Joche), theils die Art ihrer Verbindung untereinander, Einzelheiten an den Befestigungsmitteln zwischen Schwellen und Schienen, an den Betriebsvorrichtungen (Weichen, Kreuzungen, Drehscheiben) und den Fahrzeugen betreffen. Wir werden uns in diese Einzelheiten nicht einlassen, sondern lediglich allgemeine Gesichtspunkte berühren.

Die Spurweite beträgt bei den gewöhnlichen Feldbahnen gewöhnlich 40 bis 50 Centimeter, bei den Waldbahnen meist 60 Centimeter. Mehrfach wurde die Anregung gegeben, eine gewisse Einheitlichkeit bezüglich des Spurmaßes anzubahnen, doch sind greifbare Erfolge damit nicht erzielt worden. Das Geleise setzt sich aus





Geleisbrücke und Wegübergang.

einzelnen entweder parallel oder diagonal armirtern Jochen aus Gußstahlschienen zusammen und ist das Gewicht derselben derart bemessen, daß ein Arbeiter damit ohne erhebliche Anstrengung manipuliren kann. Die Stoßverbindung erfolgt auf verschiedene Weise; eine sehr einfache Anordnung ist die Seite 570 abgebildete



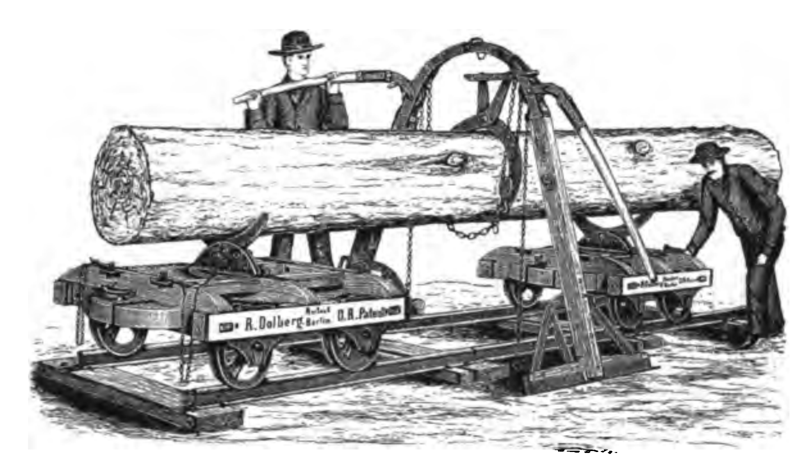


Geleiskreuzungen.

Soll ein Geleise gelegt werden, so kommt es zunächst darauf an, ob eine planirte Bahn vorhanden ist, oder die Verlegung einfach auf dem natürlichen Boden erfolgen soll. Im ersteren Falle gestaltet sich der Vorgang ungemein einfach. Der mit den Jochen (etwa 12 Stück) beladene Transportwagen bewegt sich in der Richtung des zu legenden Geleises, wobei dem ersteren von einem Arbeiter ein Joch nach dem andern entnommen und in der jeweils vorgeschriebenen Weise behandelt wird, während ein zweiter Arbeiter den Wagen um das betreffende Wegstück vorwärtsschiebt. Soll die Arbeit beschleunigt werden oder handelt es sich um längere Strecken, so empfiehlt es sich, den Wagen durch Pferde ziehen zu lassen.

Die Betriebsvorrichtungen entsprechen im Principe denjenigen der Normalbahnen mit den durch den Charakter der transportablen Feldbahnen bedingten

Modificationen. Die Weichen werden entweder als Schleppweichen oder als Zungenweichen, oder als feste Weichen (also mit unbeweglichen Zungen) angeordnet. Sehr praktisch sind die »Kletterweichen«, deren Princip darin besteht, daß überhöhte, mit Auflaufstücken versehene Schienenrahmen auf das feste Geleise gelegt werden, wodurch ermöglicht wird, die Wagen über das letztere im Bedarfs-



Transportabler Baumkrahn mit »Teufelsklaue«.

falle hinwegzuführen und sodann die Weiche wieder zu entfernen. Die einfache Kletterweiche dient zur zeitweiligen Benützung eines Nebengeleises, mit welchem eine Verbindung durch eine feste Weichenanlage nicht besteht. Geleisverbindungen



Transport langer Baumstämme.

lassen sich übrigens auch durch Einlegen von Kreuzungen — der sogenannten »Kletterkreuzung« — bewirken.

Andere Hilfsmittel, um den Verkehr zwischen und über die Geleise zu erleichtern, sind in den Schienenbrücken (Postjochen) und Schienenübergängen gegeben. Die ersteren werden angewendet, wenn es sich darum handelt, eine von zwei Seiten in Angriff genommene Strecke in der Mitte in Zusammenschluß zu bringen. Bei Schienenübergängen empfiehlt es sich, den Raum zwischen den Gestängen abzupflastern oder mit einer festen Bohlenlage zu versehen und zugleich

die Schienenunterlagen an diesen Stellen etwas länger zu dimensioniren, um der schrägen Auflauf- und Ablaufbahn eine festere Unterlage zu geben.

Sehr vielseitig ist das Princip der Drehscheiben ausgebildet. Man unterscheidet einfache »Wendeplatten«, welche vornehmlich für Geleiskarren und Wagen mit lose laufenden Rädern angewendet werden; sodann Drehscheiben im engeren Sinne, welche die herkömmliche Construction zeigen, im Uebrigen aber mannigfaltige Anordnungen aufweisen, von welchen die verlegbare, auf Rollen laufende, und die leichte, auf Gleitkolben schleifende Drehscheibe hervorzuheben sind. »Kletter-



Mulden-Seitenkipper mit selbstthätiger unterer Feststellung.

Mulden-Vorderkipper und Rundkipper.

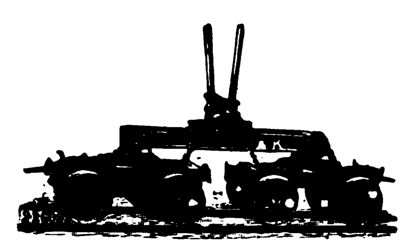




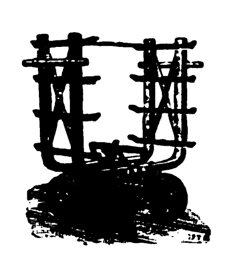
Kasten-Kippwagen.

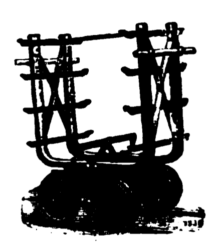
scheiben« entsprechen dem Principe der Kletterweichen und Kletterkreuzungen. »Zapfen-Drehscheiben« endlich, welche sehr leicht zu behandeln sind, unterscheiden sich von den vorstehend genannten, daß sie keine Geleisstücke tragen, womit der Vortheil verbunden ist, daß die einmündenden Geleise regellos, d. h. unter allen zulässigen Winkeln, sich anschließen können. Die Anordnungen der Drehscheiben im Detail schließen sich an die herkömmlichen Constructionen der Normalbahnen an. Es sei noch erwähnt, daß in neuester Zeit, wenn auch vereinzelt, auch Schiebebühnen zur Anwendung kommen, und zwar der Natur der Sache nach vorwiegend in industriellen Betrieben, wo die Fabriksräume und die in ihrer Nachbarschaft sich befindlichen Arbeitsplätze mit fest planirten oder gepflasterten Bodenflächen die Anlage solcher Betriebsmittel als zweckmäßig erscheinen lassen.

Die größte Mannigfaltigkeit weisen die Wagen der transportablen Bahnen auf. Außer den herkömmlichen Typen unterscheidet man noch eine große Zahl von »Specialwagen«, welche nach und nach auf Grund der verschiedensten Zwecke, welchen solche Bahnen zu dienen haben, sich entwickelten und durch zweckmäßige Neuerungen immer wieder verbessert werden. Im Allgemeinen erfordern es die Verhältnisse, daß die Wagen leicht, aber leistungsfähig gebaut seien, daß sie eine rasche Be- und Entladung zulassen, die Curven sicher durchlaufen und mit Bremsen ausgerüstet seien. Der Form nach unterscheidet man einflanschige, zweiflanschige Räder (Rillenräder) und solche mit doppelten Laufkränzen, welch' letztere Anordnung das Fahren auf Geleisen und auf dem gewöhnlichen Boden gestattet; sodann Scheiben- und Speichenräder. Das Material ist entweder Hartguß oder Stahl. Die Radsätze und Achslager erfahren, je nach dem Zwecke und



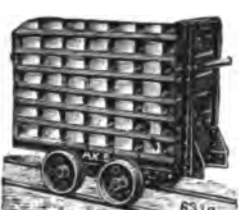
Achtachsiger Waldbahn-Truckwagen.





Plateauwagen.







Ziegelwagen.

Plateauwagen.

der Bauart der Wagen, die vielseitigste Construction und sind dieselben bei Locomotivbetrieb größtentheils den betreffenden Anordnungen bei den Vollbahnen nachgebildet. Radsätze mit lose laufenden Rädern erhalten besondere Schmiervorrichtungen.

Die Constructionsweise der Bremsen richtet sich naturgemäß nach der Art der Betriebsmittel und den Neigungsverhältnissen der Bahn. Die einfachste Form ist die Tritthebelbremse, ein an der Seite des Wagens angebrachter langer Hebel mit Auftritt, auf welchen sich der Bremser stellt, um den Apparat zu bethätigen. Sie findet vornehmlich beim Handbetriebe Anwendung, während bei Verwendung von Zugthieren die Handspindelbremse, mehr noch aber die Schneckenbremse empfehlenswerth ist. A. Koppel hat für Waldbahnwagen eine Bremse construirt,

welche durch eine vom Bremser gehandhabte Schnur bethätigt wird. Eine vielfach in Anwendung kommende selbstthätige Bremse ist derart construirt, daß mit der Bremsung des ersten Wagens die aller übrigen Wagen durch das einfache Anlaufen auf ihre Kuppelstangen erfolgt, zu welchem Ende Bremsapparat und Kuppelvorrichtung in constructiven Zusammenhang gebracht sind.

Puffer sind entbehrlich, wenn die Rahmen entsprechend stark gebaut und an den Schmalseiten abgerundet sind. Uebrigens werden auch Wagen, insbesondere



Rundkipper für den Transport von ausgelaugter Salpetererde.



Rundkipper für Betontransport.

die größeren und schwereren, mit elastischen Stoßvorrichtungen, und zwar durchwegs nach dem Centralpuffersystem und mit der Zugvorrichtung in Verbindung stehend,



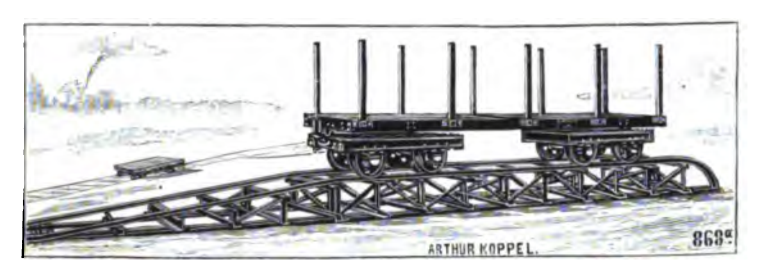


Trichterwagen.

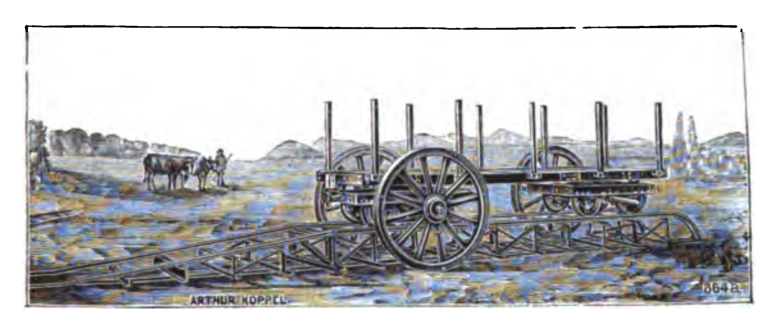
ausgerüstet. Sowohl die **Rahmen** als die **Wagenkasten** werden entweder ganz aus Holz oder ganz aus Eisen, beziehungsweise aus Holz und Eisen combinirt, hergestellt. Daß eiserne Constructionen widerstandskräftiger, also dauerhafter und damit ökonomischer sind, liegt auf der Hand; es kommt ihnen aber der Nachtheil zu, daß bei ernstlichen Beschädigungen Reparaturen umständlich sind und häufig nicht ohne weiteres vorgenommen werden können. Die hölzernen Wagen sind diesfalls weit leichter zu behandeln. Sie sind auch nicht so schwer wie die eisernen — was unter Umständen von Belang ist — und kommen billiger zu stehen.

Groß ist die Zahl der Wagentypen. Die gewöhnlichen sind die Kippwagen und die Plateauwagen. Die ersteren zerfallen wieder in die ganz kleinen Muldenkippkarren, in die Muldenkippwagen und in die großen Kastenkippwagen. Die

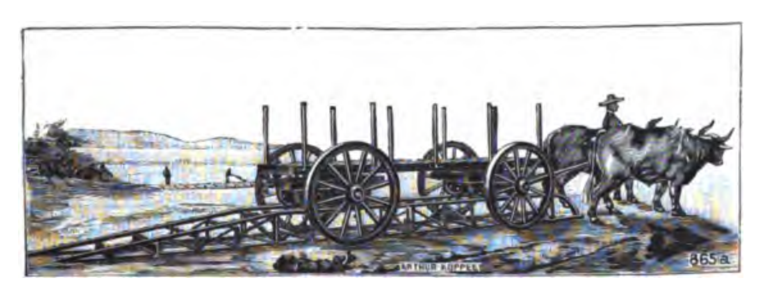
Wagen, welche sowohl auf Geleisen als auf Landwegen fahren können.



Wagen auf der Rampe.



Aufstecken der Räder für Landwege.



Fertig zum Abfahren auf den Landweg.

ersteren sind entweder aus Holz oder aus Eisen, die letzteren immer aus Holz, jene entweder nach vorne oder nach der Seite, diese nach beiden Seiten kippend. Die Muldenkipper erhalten übrigens Einrichtungen, vermöge welcher sie nach allen Seiten hin entleert werden können. Man nennt sie Rund- oder Universalkipper. Besondere Vorrichtungen sind die Registrirapparate, welche die Ladungen anzeigen, und wodurch Entwendungen während der Fahrt vorgebeugt wird; sodann die An-

ordnung, daß eine Entleerung des Kippers nur dann möglich ist, wenn dieser volle Ladung hat.

Die Plateauwagen sind entweder aus Holz oder aus Eisen, mit festen Achsen oder zwei Drehschemeln, mit Vorrichtungen zur Aufnahme von Tragkörben oder zum Einhängen von Seiten- und Stirnwänden, mit abnehmbarem Wendeschemel u. s. w. Die Plateauwagen dienen vornehmlich zum Transporte langer Stückgüter und können im Bedarfsfalle mehrere der ersteren gemeinsam zur Aufnahme einer untheilbaren Fracht, z. B. langer Baumstämme, herangezogen werden, wobei eine Kuppelung der Wagen entfällt. Zur Beladung bedient man sich diesfalls mit Vortheil eines transportablen Baumkrahnes, der sogenannten »Teufelsklaue«, welche auf einem verstellbaren Unterfuße montirt ist. Die Manipulation mit dieser Vorrichtung veranschaulicht die Abbildung auf Seite 713.

Zu den größeren Typen zählen die Kastenwagen und die Universalwagen. Erstere sind entweder einfache oder doppelte Wagen, letztere sind theils mit eisernen Rahmen und entsprechenden Aufsätzen, theils mit aufklappbaren Seitenwänden oder — wenn sie aus Eisen sind — mit Bodenklappen versehen. Diese Wagen erhalten zwei Trucks, doch giebt es auch achtachsige Wagen für Langholztransporte. Kesselwagen zur Beförderung von Flüssigkeiten, Mörtelwagen, Wagen mit Wippen für Bergwerksbetriebe u. a. Constructionen bilden das vermittelnde Glied zu den zahlreichen Typen von Specialwagen.

Dieselben dienen allen erdenklichen Zwecken und Betrieben. Ziegelwägen (und zwar für feuchte Ziegel) werden derart angeordnet, daß durch Uebereinanderstellung regalartiger Bretter die Beladung durch keine Constructionstheile behindert wird. In der Mitte des Wagens befindet sich ein Bock zur Unterstützung für das unterste Brett, wodurch diese Type auch zweckmäßiger Weise als Plateauwagen für trockene oder gebrannte Ziegel verwendet werden kann. Zu letzterem Zwecke kommen auch kleine für den Handbetrieb bestimmte Wagen mit Stahluntergestell, Radsätzen mit durchgehenden Schmierbüchsen oder Kapseln, mit festen Rädern, oder einem festen und einem losen Rade, zwei Stirnwänden aus Holz oder Stahl zur Anwendung. Für den Pferde- oder Locomotivbetrieb bestimmte Wagen dieser Art erhalten stählerne Stirnwände, Rundpuffer und Spindelbremse.

Bei den Specialwagen für gefüllte Fässer sind die Stirnrungen mit dem Rahmen durch Gelenke verbunden, so daß erstere hinuntergeklappt werden können, um beim Be- und Entladen als Schrotleiter zu dienen. Die kleineren Typen sind derart construirt, daß die als Schrotleiter zu verwendenden Rungen sowohl an den Stirnseiten als an den Langseiten eingehängt werden können, wodurch die Be- und Entladung auf allen Seiten erfolgen kann. Eine ähnliche Anordnung zeigen die Wagen für leere Fässer, doch reichen hier die Rungen bedeutend höher hinauf, um eine größere Zahl von Fässer transportiren zu können.

Die Special-Seitenkipper (mit Stahlmulden) finden vorzugsweise in beschränkten Räumen Verwendung. Sie sind entweder sehr schmal (für enge Durch-

lässe, tunnelartige Strecken) oder sehr kurz (für Aufzüge, Förderschachte ꝛc.) gehalten. Special-Rundkipper werden ferner construirt für den Transport von Rigio (ausgelaugter Salpetererde), für Erze, Betontransport u. s. w. Bei den Betonwagen wird die Kastenklappe vermittelst einer Daumenwelle mit seitlicher Handhabe geschlossen, beziehungsweise geöffnet. Die Fugen zwischen Wagenkasten und Klappe sind abgedichtet, um ein Heraustropfen des im Beton enthaltenen Wassers zu verhüten. Specialwagen für Kohlen und Coaks werden, der Beengtheit der Rollen entsprechend, verhältnißmäßig lang und schmal gebaut. Eine sehr praktische Type ist der Förderwagen, bei welchem die Seitenwand vermittelst eines wagrechten großen Schließhebels leicht zu öffnen ist. Der Wagen wird um ein Gelenk, welches sich an der Langseite unterhalb der Oeffnung befindet, gekippt und dadurch entleert. Die Trichterwagen haben trichter- oder kegelförmige Mulden, welche unten



Wagen für gefüllte Fässer.



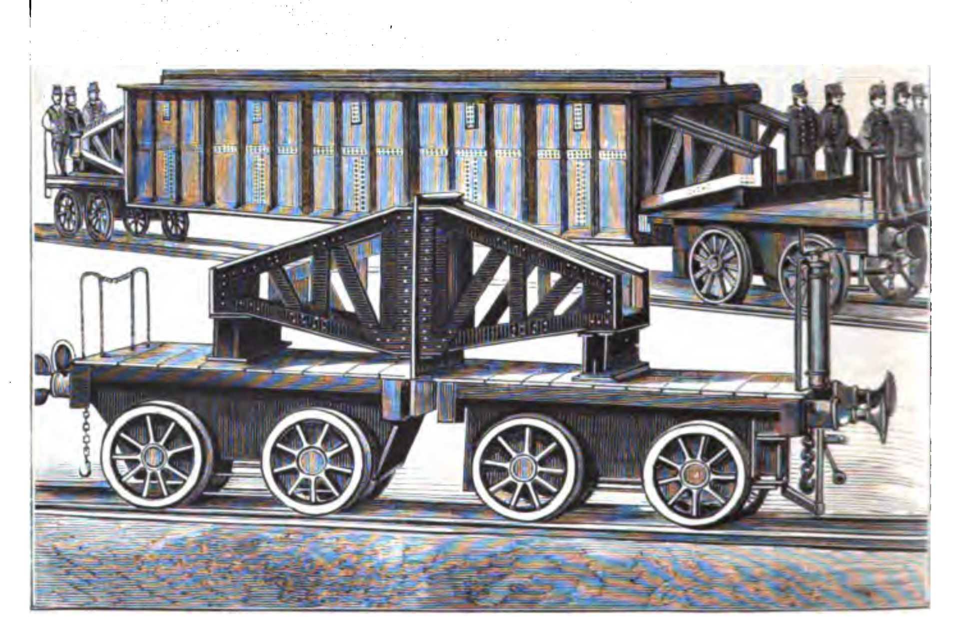
Wagen für leere Fässer.

mittelst eines Schiebers oder einer Klappe verschlossen werden. Sie dienen vornehmlich zur Heranschaffung des Brennmaterials für große Feuerungen, Schachtöfen u. s. w. Bei den großen viereckigen Trichterwagen wird die untere zweiflügelige Klappe mittelst einer im Innern des Trichters nach oben führenden Stange geöffnet. Die kleinen Trichterwagen haben meistens eine ausgesprochene kegelförmige Gestalt und erfolgt die Bewegung des unteren Schiebers mittelst eines außen angebrachten Hebels.

Der Special-Zuckerwagen hat die Bestimmung, die aus dem Vacuum fließende heiße Zuckermasse aufzunehmen und dieselbe später, wenn sie abgekühlt ist, nach der Maischmaschine zu befördern. Eine weitere Verwendung findet diese Type als Aufnahme-Reservoir von zur Auskrystallisirung bestimmten Nachproducten aus der Melasse. Der Wagen dient in diesem Falle gewissermaßen als großer Schützenbach'scher Kasten, welcher des leichteren Transportes wegen als Wagen construirt und auf Achsen und Räder gestellt ist.... Noch haben wir der Feldbahnwagen (Transporteure) zu gedenken, welche die Umlegung eines gewöhnlichen Leiterwagens auf die Feldbahn gestatten. Dieselben werden zu diesem Ende auf

eine Rampe geführt, um die gewöhnlichen Wagenräder entweder aufzustecken oder abzunehmen, je nachdem der Wagen auf den gewöhnlichen Fahrweg oder auf das Geleise überführt werden soll. Die Abbildungen Seite 719 veranschaulichen diesen Vorgang.

Bezüglich der bei den transportablen Bahnen zur Verwendung gelangenden Locomotiven gilt im Großen und Ganzen das bei den Kleinbahnen Mitgetheilte. Sie werden in dem Falle mit Vortheil auszunützen sein, wenn größere, durch Zugthiere nicht mehr leicht zu bewältigende Transportmengen befördert werden



Militärbahn: Transport einer Brücke.

sollen und ein rascheres Tempo in der Abfuhr erwünscht ist. Ihre Dimensionirung und sonstige Einrichtung ist von dem Charakter der zu befahrenden Bahn abhängig. Es sind vorwiegend Tenderlocomotiven mit möglichst tief liegendem Schwerpunkte behufs Erzielung einer größeren Stabilität und eines ruhigeren Ganges. Bei manchen Typen ist die Spurweite verstellbar. L. Corpet construirt Lomotiven mit stehendem Dampfkessel und verticalen Dampfcylindern. Man lobt an ihr die übersichtliche Anordnung aller Bestandtheile des Mechanismus und die Einrichtung, daß ein Umdrehen der Maschine dadurch entbehrlich wird, als der Führer für jede Fahrtrichtung den entsprechenden Standplatz einnehmen kann... Die neueste Type ist eine dreiachsige Maschine mit der Treibachse in der Mitte, einer Lauf-

achse hinten und einer Lenkachse mit Bisseltruck vorne. Durch diese Anordnung ist die Locomotive, welche in der Horizontalen bei einer Fahrgeschwindigkeit von 6 bis 8 Kilometer in der Stunde 100 Tons zu befördern vermag, befähigt, Krümmungen bis 5 Meter sicher zu durchfahren. Von der sehr praktischen Locomobil-Locomotive war bereits auf Seite 710 die Rede.

Die Kleinbahnen haben in den letzten Jahren erhöhte Wichtigkeit dadurch erlangt, daß die Kriegsverwaltungen aller großen Staaten das technische Princip derselben für militärische Zwecke angenommen und dadurch das System der Militärbahnen immer mehr der Vervollkommnung entgegengeführt haben. Als vornehmster Gesichtspunkt bei Ausgestaltung dieses Systems gilt allgemein das einheitliche Vorgehen der Privatbahnen bezüglich der Spurweite, um die so nothwendige Uebereinstimmung mit den Normalien der betreffenden Militärbahn-Einrichtungen herbeizuführen. Jede Heeresverwaltung hat nämlich ein Interesse daran, unter Umständen die privaten Schmalspurbahnen benützen, beziehungsweise deren Fahrpark in Verwendung nehmen zu können. In Frankreich haben die militärischen Kleinbahnen 60 Centimeter Spurweite, weshalb auch für die künftige Anlage aller Privat-Kleinbahnen die gleiche Spurweite gesetzlich vorgeschrieben worden ist. Dieselbe Spurweite hat die deutsche Heeresverwaltung für ihr Feldbahnmateriale angenommen.

Den größten Werth haben die Militärbahnen im Festungskriege, und zwar als Mittel für Transporte von Belagerungsmaterial aller Art. Im Felde werden solche Bahnen wohl nur dort von Nutzen sein, wo es an Eisenbahnverbindungen fehlt, oder zum Zwecke des Nachschubdienstes, beziehungsweise der Herstellung von Flußübergängen, die Herbeischaffung des betreffenden Materiales auf rasch gelegten Feldgeleisen die operativen Maßnahmen zu unterstützen geeignet ist.

5. Drahtseil- und Hängebahnen.

Ein interessantes Glied in der Reihe der Transportmittel, welche industriellen oder landwirthschaftlichen Zwecken dienen, sind die »Drahtseilbahnen«, die man zum Unterschiede von den eigentlichen Drahtseilbahnen — den auf Schienen laufenden und von einem Drahtseile gezogenen Vehikeln — wohl passender Hänge-Drahtseilbahnen nennt. Ihre Anlage ist vornehmlich dort zweckmäßig, wo man mit besonders ungünstigen Bodenverhältnissen zu rechnen hat, z. B. in der Montanindustrie. Dem wirthschaftlichen Principe nach sind die Drahtseilbahnen Zubringer für die großen Verkehrswege; sie dienen hauptsächlich als Verbindungsglied zwischen Fabriken und mehr oder weniger entfernt gelegenen Lagerstätten von Rohmaterialien, sowie einzelnen Fabriksgebäuden untereinander und bilden das ein-

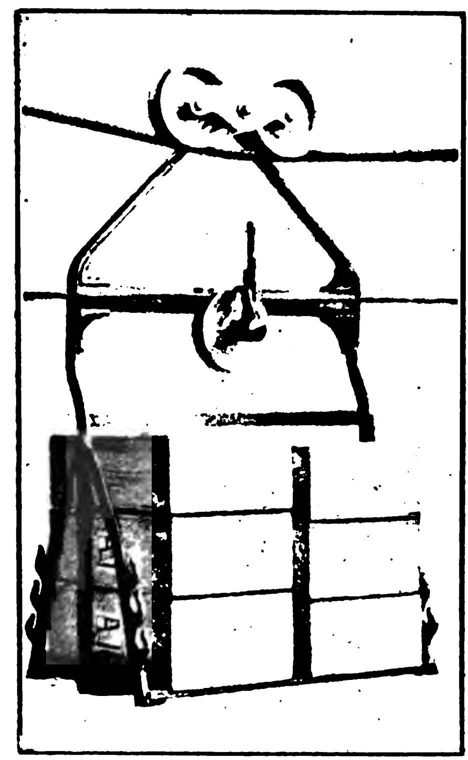
fachste und billigste Transportmittel, welches bei absolut sicherem Betriebe die größten Terrainschwierigkeiten mit Leichtigkeit überwindet.

Als besonders leistungsfähig haben sich die Otto'schen Drahtseilbahnen (Concessionär J. Pohlig in Köln und Brüssel) erwiesen, nach welchem System bisher an 500 Anlagen ausgeführt wurden. Eine solche Anlage besteht aus zwei zwischen den einzelnen Stationen stramm gespannten starken Drahtseilen, welche parallel und in gleicher Höhe auf Unterstützungen aus Holz oder Eisen in gewisser Höhe über dem Terrain gelagert sind. Die Seile bilden die Laufbahn für die »Wagen«, welche gleichzeitig nach beiden Richtungen verkehren. Sogenannte Stationen werden außer an den Endpunkten bei Bahnen von mehr als 5000 Meter Länge auch dort errichtet, wo die Strecke von der geraden Richtung abweicht. Auf der einen Station sind die Seile (Tragseile) verankert, auf der anderen Station hingegen mit einer Spannvorrichtung versehen, und zwar derart, daß die Seilenden mit Ketten verbunden sind, die, über Rollen hängend, schwere Gewichte tragen, entsprechend der zulässigen Spannung der Seile. Diese Vorrichtung hat den Zweck, Spannungen in den Seilen, welche einerseits in Folge der Durchbiegungen unter der Wagen, anderseits durch Temperaturveränderungen entstehen, auszugleichen. Ist die Entfernung zwischen zwei Stationen größer als 2 Kilometer, so werden auch auf freier Strecke solche Spannvorrichtungen, und zwar von specieller Construction errichtet.

Die zum Tragen der Seile dienenden Unterstützungen befinden sich in Entfernungen von 30 bis 60 Meter, doch erreichen die Spannweiten, wenn die örtlichen Verhältnisse es bedingen (Uebersetzungen von Flüssen, Thälern u. s. w.), auch mehrere hundert Meter. Der obere Theil der Stütze stellt sich als ein horizontaler Querbalken dar, auf dessen Enden die zwei Seile in entsprechend geformten gußeisernen Schuhen lagern. Dadurch, daß man den Stützen verschiedene Höhen giebt, überträgt man die Terrainunebenheiten nicht auf die Seillinie und erhält diese letztere einen wellenförmigen Verlauf von Stütze zu Stütze. Zum Fortbewegen der Wagen ist ein besonderes, unter den Tragseilen angebrachtes Zugseil von geringerer Dimension vorhanden — ein Seil ohne Ende, das auf den Stationen um horizontale Seilscheiben geführt ist. Jede Scheibe ist auf einer verticalen Welle befestigt, welche mittelst Vorgelege durch irgend einen Motor in Bewegung gesetzt wird, wodurch das Zugseil die Wagen auf den beiden Seiten der Bahn in entgegengesetzten Richtungen zieht. Um genügende Reibung zum Mitnehmen des Zugseiles durch die Antriebseilscheibe zu erhalten, wird die Scheibe erforderlichen Falles mit zwei oder mehreren Rillen versehen, wobei eine entsprechende Leitscheibe in die Construction eingeführt wird. Die Scheibe auf der anderen Station dient nicht ausschließlich als Umführungsscheibe, sondern bildet zugleich einen Theil der Zugseil-Spannvorrichtung. Zu diesem Zwecke sitzt der Drehzapfen der Seilscheibe auf einem Schlitten, welcher in der Seilbahnrichtung in einer Führung verschiebbar ist. Die beständige Spannung des Zugseiles wird nun dadurch erzielt, daß ein Gewicht,

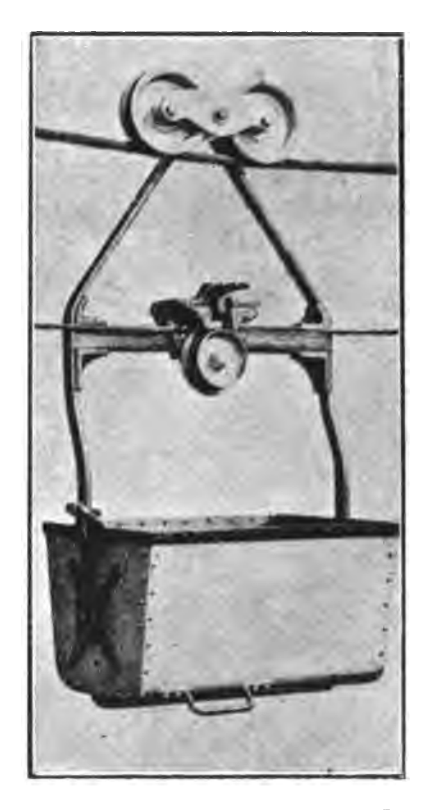
welches an einer über eine Rolle geführten Kette hängt, den Schlitten mit der Seilscheibe in der Verlängerung der Bahn anzieht.

Während des Betriebes wird das in den Kuppelungsapparaten der Wagen ruhende Zugseil von letzteren getragen. Befinden sich keine Wagen auf der Strecke, so liegt das Zugseil auf Tragrollen, welche an den Unterstützungen so tief angebracht sind, daß die Wagen bequem darüber hinweggleiten können ... Ein





Transport von Kisten.

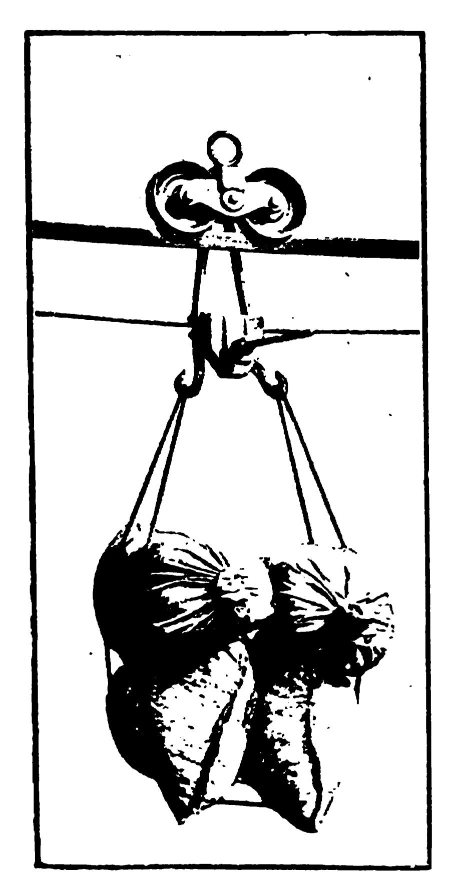


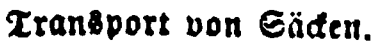
Drehbarer Kasten zum Transporte von Kohlen, Erzen, Sand, Zuckerrüben ꝛc.

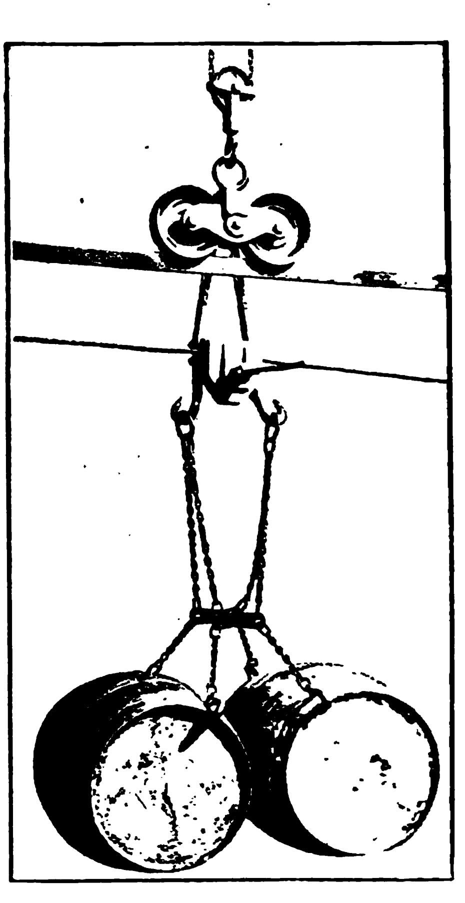
solcher Wagen besteht im Wesentlichen aus einem Laufwerk, dem Gehänge mit dem Kuppelungsapparat und dem eigentlichen Transportgefäß. Dieses bildet den unteren Theil des Wagens und hängt senkrecht unter dem Tragseil, während das auf dem Tragseil ruhende Laufwerk den oberen Theil des Wagens bildet. Das mit dem Kuppelungsapparat versehene Gehänge verbindet beide Theile ... Das Laufwerk setzt sich aus zwei zwischen zwei Stahlplatten gelagerten Stahlrollen zusammen, und sind die beiden ersteren in der Mitte zwischen den Rollen durch ein genietetes Gußstück zu einem festen Ganzen, dem Laufwerkgehäuse oder der »Traverse«, verbunden. Die Achsen der Laufrollen sind aus Phosphorbronze und sind mit beiden

Enden in die Stahlplatten eingeschraubt. Behufs Aufnahme von Schmiermaterial sind die Bolzen hohl. Der Laufkranz der beiden Rollen bildet eine halbkreisförmige Rille, wodurch der Wagen eine tiefere Führung auf dem Seile erhält.

Das Gehänge mit dem Transportgefäße ist einseitig nach außen mittelst eines kräftigen Bolzens zwischen den Laufrollen an das Laufwerk aufgehangen.




Transport von Säcken.



Transport von Fässern.

Dasselbe trägt senkrecht unter dem Tragseil das eigentliche Transportgefäß, welches, je nach dem zu befördernden Gut, eine abweichende Form hat. Die beigegebenen Abbildungen veranschaulichen die jeweilig zweckmäßigen Arrangements. Zum Transporte von Kohlen, Erzen, Steinen, Sand u. s. w. werden allgemein Kastenwagen verwendet, die behufs Entleerung sich um Zapfen drehen, wobei Vorsorge getroffen ist, daß ein willkürliches Drehen nicht stattfinde. Zur Aufnahme großer Colli (Kisten, Fässer, Ballen) verwendet man entsprechend construirte Specialwagen.

Langhölzer, Röhren, Eisenstangen u. dergl. werden durch Kuppelung zweier Wagengehänge befördert.

Besondere Vorrichtungen erfordert die Verbindung der Wagen mit dem Zugseile. Diese Vorrichtungen sind die Kuppelungsapparate, welche wohl den wichtigsten Theil einer tadellos functionirenden Drahtseilbahn-Anlage bilden, da von ihm einerseits die Sicherheit des Betriebes, anderseits die mehr oder minder lange Dauer des Zugseiles abhängt. Man unterscheidet »Frictions-Kuppelungsapparate« und »Knoten-Kuppelungsapparate«. Bei den ersteren wird das Zugseil in dem Apparat festgeklemmt, was an jeder beliebigen Stelle geschehen kann, während bei der zweiten Art von Kuppelung sich am Seile in gewissen Abständen Knoten befinden, an welchen die Kuppelung vorgenommen wird. Als Frictions-Kuppelungsapparat hat sich — nach den von J. Pohlig gemachten Erfahrungen — der Scheiben-Kuppelungsapparat besonders gut bewährt. Derselbe besteht im Wesentlichen aus zwei Scheiben, von denen die eine fest mit dem Wagengehänge verbunden, die andere, zugleich als Laufrolle zum Tragen des Zugseiles ausgebildet, auf einem Bolzen drehbar ist, dessen vorderer Kopf mit flachgängiger Schraube versehen ist und einen Hebel trägt, dessen Auge als Mutter der Schraube dient. Durch Drehen des Hebels um 180° wird die vordere Scheibe gegen die hintere gedrückt und dadurch das Zugseil zwischen beiden Scheiben festgeklemmt. Ist der so angekuppelte Wagen am Bestimmungsort eingetroffen, so schlägt der Hebel an eine gebogene Ausrückplatte, wodurch er sich nach rückwärts dreht, die Scheiben rücken auseinander und geben das Zugseil frei.

Dieser Apparat läßt sich mit Vortheil bei Steigungen von 1:6, und zwar bis zu einer Nettolast von 450 Kilogramm per Wagen verwenden. Für größere Steigungen, d. i. bis 1:3, tritt der »Wellenbackenapparat« in Verwendung. Derselbe unterscheidet sich von der vorbesprochenen Construction dadurch, daß an Stelle der Scheiben zwei eigenthümlich geformte verticale, mit wellenförmigen Vertiefungen versehene Backen angeordnet werden. Die vordere bewegliche Backe wird vermittelst eines Hebels mit Excenter gegen die rückwärtige Backe gedrückt und dadurch das Zugseil festgeklemmt, und zwar in eine wellenförmige Lage, wodurch die Reibung bedeutend vergrößert wird. Mit diesem Apparate ausgestattete Hängebahn-Anlagen haben gezeigt, daß bei einer Gesammtförderung von über einer Million Tons ein und dasselbe Zugseil, ohne Schaden zu nehmen, diese gewiß erstaunliche Arbeit leistete.

Ein großer Vortheil der Frictionsapparate besteht noch darin, daß man ohne weiteres bei gleicher Geschwindigkeit der Maschine, beziehungsweise des Zugseiles, das Förderquantum einer Bahn einfach dadurch vergrößern kann, daß die Wagen in kürzeren Entfernungen angekuppelt werden, während man bei der Knotenvorrichtung die Entfernungen selbstverständlich nicht willkürlich ändern kann. Die letztere weist, ihrer besonderen Wichtigkeit beim Betriebe wegen, die mannigfaltigsten Entwickelungsstadien auf, von der ursprünglichen einfachen Muffe bis zum heutigen

»Sternknoten«, doch würde es zu weit führen, in diese Details näher einzugehen. Hand in Hand mit der Vervollkommnung der Knotenvorrichtungen ging die Verbesserung der Kuppelungsapparate. Zu Beginn waren dieselben sehr complicirte Constructionen — förmliche Uhrwerke — jetzt begnügt man sich mit einfacheren, aber zweckmäßigeren Vorrichtungen, worunter in erster Linie Pohlig's »Klinkenapparat« zu zählen ist. Zwei symmetrisch oberhalb einer Rolle mit Zapfen in einem Gehäuse gelagerte gabelförmige Klinken sind in der Verticalebene des Zugseiles bis zu einer gewissen Grenze drehbar; in ihrer unteren Lage ruhen dieselben durch das eigene Gewicht auf einem Horn des Gehäuses, welches derart geformt ist, daß es zugleich auch den Hut der Klinken begrenzt. Zum An- und Entkuppeln dienen zwei an den Klinken befestigte Stifte, die an den Stationen über geeignete Ausrückerschienen geführt werden.

Das Ankuppeln geschieht auf folgende Weise: der Arbeiter schiebt den Wagen von der Hängeschiene der Station auf das Tragseil; unmittelbar vor letzterem heben sich die Klinken durch Auflaufen der Stifte auf die Ausrückerschiene. Beim Weiterschieben legt sich das in entsprechender Höhe geführte Zugseil auf die Leitrolle des Apparates. Ist dies geschehen, so fallen am Ende der Ausrückerschiene die beiden Klinken nieder und umfassen das Zugseil. Der nun mit dem Zugseil ankommende Knoten schlüpft durch Heben der ersten Klinke zwischen diese und die andere Klinke, wodurch der Wagen mitgenommen wird. Das Ankuppeln erfolgt ohne Stoß, indem der Arbeiter den Wagen vor Ankunft des Knotens (der durch ein Glockenzeichen avisirt wird) etwas verschiebt, und zwar mit geringerer Geschwindigkeit als die des Zugseiles. Das Entkuppeln der Apparate, also das Lösen der Wagen vom Zugseil, erfolgt durch Auflaufen der Stifte auf die Ausrückerschiene, wobei die Klinken sich heben und das Zugseil mit dem Knoten frei wird. Diese Vorrichtung hat sich in der Praxis außerordentlich bewährt, indem sie selbst bei den größten Steigungen von 1:1 die Förderung von Lasten von 1000 Kilogramm und darüber absolut sicher gestattete.

Nun noch einige Worte über die Gesammtanlage einer Drahtseilbahn, ihren Betrieb und ihre Leistungsfähigkeit. Die Länge einer Strecke zwischen zwei Stationen kann 5000 bis 6000 Meter betragen. Bei größeren Längen müssen auf die vorstehend festgesetzten Entfernungen Zwischenstationen eingeschaltet werden. Es können indes von einer Station aus zwei Strecken durch einen und denselben Motor betrieben werden. Die Stationen bedürfen selbstverständlich besonderer Einrichtungen. Zunächst sind hier, im Anschlusse an die Tragseile, »Hängeschienen« angeordnet, auf welche die Wagen von der Hand geschoben werden. Sie sind in Höhe der Tragseile, also etwa 2 Meter über dem Boden, einseitig auf Schuhe gelagert und wird der Anschluß an das Tragseil dadurch bewirkt, daß das letzte Meter der Schiene in eine nach unten ausgekehlte flache Zunge verläuft, welche sich an das Tragseil legt. Bei einer Endstation verbinden die beiden Hängeschienen die beiden Tragseile miteinander, wogegen bei einer Zwischenstation die ersteren die Verbindung

der zwei Bahnstrecken bilden, und zwar auf der einen Seite der beiden Tragseile für die hinlaufenden (beladenen) Wagen, auf der anderen Seite für die zurückkommenden (leeren) Wagen. Es ist noch zu bemerken, daß die Hängeschienen zum Zwecke des Be- und Entladens nach jedem beliebigen Punkte außerhalb der Station geführt werden können. In der Regel verbleiben die Wagen in den Stationen, wo die Manipulationen mit den ersteren durch zweckentsprechende Vorrichtungen und Hilfsmittel vorgenommen werden.

Wie sich aus den vorstehenden Ausführungen ergiebt, gestaltet sich der Betrieb auf einer Hängebahn, sofern deren Construction tadellos functionirt, ungemein einfach. Als Bedienungsmannschaft zum Ankuppeln, Be- und Entladen der Wagen genügen für jede Station durchschnittlich zwei Mann, während die Strecke selbst eines Dienstpersonales, beziehungsweise einer ständigen Wartung nicht bedarf. Um die volle Leistungsfähigkeit einer solchen Bahnanlage auszunützen, ist es erforderlich, in jeder Minute mindestens drei Wagen zu fördern, welche sich sonach in Zeitintervallen von 20 Secunden zu bewegen haben. Rechnet man jedoch nur zwei Wagen in der Minute, also 120 in der Stunde, so wird bei einem Wageninhalte von 250, beziehungsweise 500 Kilogramm, das stündliche Förderquantum 30, beziehungsweise 60 Tons betragen. Bei Förderungen von mehr als 800 Tons im Tage (in 10 Arbeitsstunden) empfiehlt sich die Anlage einer Doppel-Drahtseilbahn.

Mit dem Bau von Drahtseilbahnen ist die Construction der sogenannten Hängebahnen eng verknüpft. Das Wesen derselben ergiebt sich aus der Anordnung der weiter oben genannten Hängeschienen in den Endstationen der Drahtseilbahnen. Diese Anordnung kann nämlich zu größeren Anlagen erweitert oder als Bahn für sich hergestellt und entweder von Hand oder mittelst Seil betrieben werden. Constructionen dieser Art haben den doppelten Vortheil, daß erstens der Erdboden durch sie nicht verbaut und bei einer Höhenlage der Schienen von 2 bis $2^1/_2$ Meter der Verkehr unter der Anlage in keiner Weise gestört wird, und daß zweitens ein Arbeiter doppelt so schwere Lasten fördern kann, wie auf einer Schienenbahn, und viermal so viel als bei Karrentransport. Bei Anlage von Hängebahnen in Etagen werden zwischen diesen Fahrstühle eingeschaltet.

---

6. Außergewöhnliche Constructionen.

In neuester Zeit hat sich die Eisenbahntechnik vielfach Constructionen zugewendet, welche von dem herkömmlichen Typus eines Schienenweges in mehr oder weniger auffallender Weise abweichen. Eine durchschlagende Bedeutung haben diese Constructionen nicht, doch ist nicht zu bestreiten, daß in ihnen die Keime neuer Formen schlummern, deren Ausgestaltung nach der rein praktischen Seite hin der

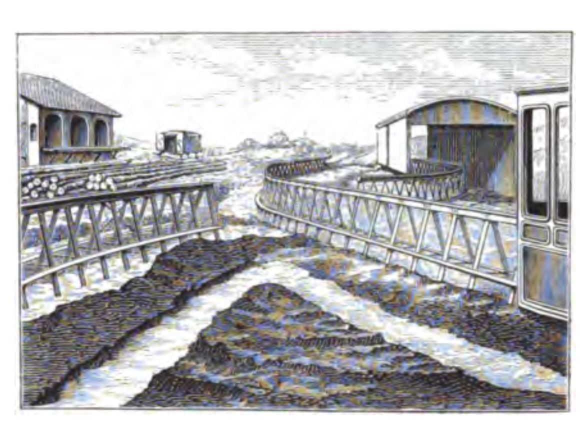
Zukunft vorbehalten ist. Sie kurzer Hand in den Bereich technischer Spielereien zu verweisen, geht schon deshalb nicht an, weil die Constructeure dieser Systeme Fachmänner von Bedeutung sind, ihnen sonach nicht zugemuthet werden kann, daß sie ihr Können Dingen zuwenden, die auf ernste Beachtung keinen Anspruch erheben. Der Kern der Frage liegt darin, durch Aufstellung gewisser Systeme, die von unseren eingelebten Vorstellungen von einer Bahn sich ganz erheblich entfernen, den Verkehrsbedürfnissen zu genügen, wobei vornehmlich durch Vereinfachung in der Anordnung der Construction an Kosten gespart, beziehungsweise räumliche Verhältnisse, welche die Anlage von gewöhnlichen Bahnen beeinträchtigen oder gänzlich unmöglich machen, überwunden werden.

Wir wollen nun einige dieser Constructionen, welche in jüngster Zeit aufgetaucht sind, das Stadium des Experimentes indes nicht überschritten haben, vornehmen. Da wäre in erster Linie der einschienigen Eisenbahn, System Lartigue, zu gedenken, nach welchem Principe zwei kurze Linien, die zwischen Listovel und Ballybunion in England und jene zwischen Foures und Canissières in Frankreich erbaut wurden und in Betrieb stehen. Es ist zu bemerken, daß die Idee der einschienigen Bahn durchaus nicht neuesten Datums ist. Schon zur Zeit, als George Stephenson den Gedanken faßte, eine Locomotivbahn ins Leben treten zu lassen, erbaute Robinson Palmer (1820) eine Bahn mit einem einzigen Schienenstrange, der aus einer mit Flachschienen versehenen Balkenlage auf senkrechten Ständern bestand. Das Unzulängliche der Construction bestand vornehmlich darin, daß auf die beiderseits verlängerte Radachse des Vehikels Körbe für die aufzunehmende Last aufgehängt wurden, welche sich das Gleichgewicht halten mußten. Diese Voraussetzung ist aber so gut wie unerfüllbar. Man hörte daher von Palmer's Bahn nichts weiter, bis im Jahre 1840 eine verbesserte Construction derselben gelegentlich der Danziger Hafenarbeiten in Anwendung kam. Im Jahre 1876 endlich tauchte das Einschienensystem in wesentlich zweckentsprechenderer Form wieder auf, und zwar als Probestrecke im Weltausstellungsparke zu Philadelphia. Diese Linie, nach dem Systeme des Generals Stone erbaut, hatte eine Länge von 1·5 Kilometer und kam an demselben zum erstenmale das Princip der sogenannten Leitschienen zur Anwendung, welche auch Lartigue für seine einschienige Bahn acceptirte.

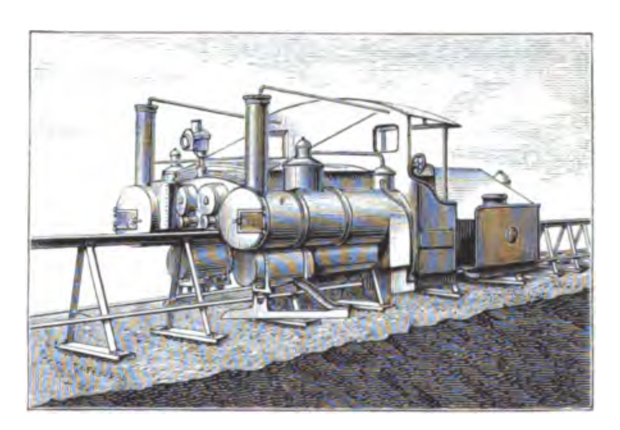
Die Einzelheiten der Lartigue'schen Construction sind aus den nachstehenden Abbildungen zu ersehen. Der Unterbau entfällt hier gänzlich; der Oberbau besteht aus eisernen Böcken, welche möglichst dicht in den Boden eingerammt sind und als Träger des Schienenstranges dienen. Die Wagen, welche an die Saumtaschen bei Lastthieren erinnern, reiten gleichsam auf dieser Schiene. Sie sind zu diesem Zwecke mit mehreren doppelflanschigen Rädern versehen, welche in dem Raume zwischen den beiden überhängenden Theilen der Wagen angeordnet sind. Die letzteren können selbstverständlich nicht gewendet werden, weshalb die Bahnen an den Enden schleifenförmig angelegt sind. Die unten an den Böcken angebrachten Flachschienen dienen

Laufrädern zum Stützpunkte, wodurch den Schwankungen der Wagen im Falle der Störung des Gleichgewichtes vorgebeugt wird. Die Fahrgäste sitzen in den Wagen Rücken gegen Rücken, wie auf dem Dache eines Omnibus.

Aus dieser Darstellung ergiebt sich, daß die einschienige Bahn Lartigue's eine nur sehr geringe Bodenfläche einnimmt, daß die Ueberwindung von kleineren Unebenheiten des Bodens geringe Kosten und Arbeit beansprucht und daß Entgleisungen zu den Unmöglichkeiten gehören. Dagegen haftet der Lartigue'schen Bahn der Uebelstand an, daß Wagen nur mit Hilfe eines Krahnes auf das Geleise gebracht, beziehungsweise von demselben herabgenommen werden können. Die Zusammensetzung der Züge bleibt also nothgedrungen fast stets die gleiche, was bei Localbahnen allerdings wenig auf sich hat, im Fernverkehr aber als eine Erschwerung des Dienstes anzusehen ist. An Stellen, wo Straßen die Bahn im Niveau kreuzen, ruht der betreffende Theil des Oberbaues auf einem verticalen Zapfen, so daß er wie eine Drehbrücke behandelt werden kann. Selbstverständlich werden solche Punkte der Bahn durch entsprechende Signalvorrichtungen versichert. Bei Uebersetzung größerer Vertiefungen werden die Träger der Fahrschiene größer und stärker dimensionirt und ihre Entfernungen von einander nach Maßgabe der örtlichen Hindernisse geregelt. Die bei der Lartigue'schen Bahn in Anwendung stehende Weiche rührt von Ingenieur Bocandé her und besteht aus einer Art Drehscheibe, welche eine gekrümmte Schiene trägt und sich um einen Zapfen dreht, der sich im Durchschnittspunkte der Tangenten dieses Bogenstückes befindet. Die zu verbindenden Schienenstränge laufen strahlenförmig gegen einen Kreis von 5 bis 6 Meter



Geleiseanlage der Lartigue'schen einschienigen Eisenbahn.



Locomotive der Lartigue'schen einschienigen Eisenbahn.

Durchmesser, dessen Mittelpunkt der Zapfen der Weiche ist. Es werden daher immer zwei und zwei der Schienenstränge miteinander verbunden, so daß der

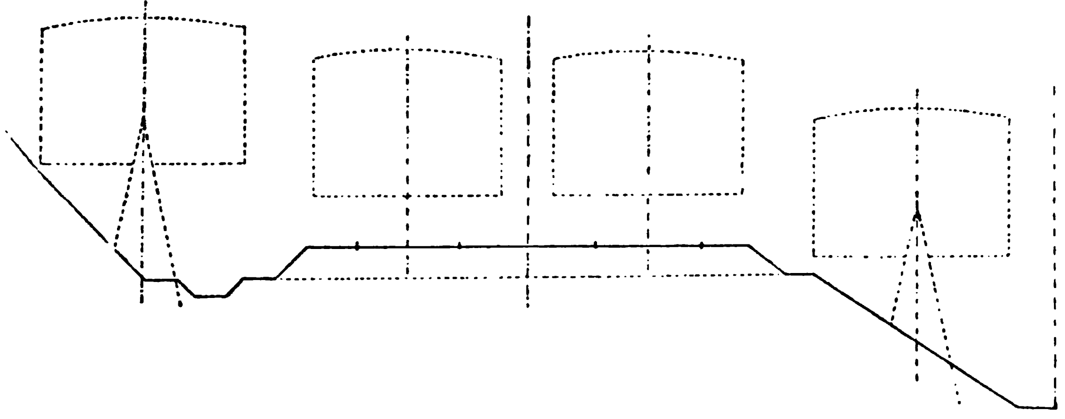


Lartigue's einschienige electrische Eisenbahn Listowel-Ballybunion.

Geleiswechsel nach jeder gewünschten Richtung vorgenommen werden kann, ohne einen einzigen Wagen abkuppeln zu müssen.

Die älteren Lartigue'schen Bahnen sind für den Locomotivbetrieb eingerichtet und rührt die hiebei verwendete Type von dem Ingenieur Mallet her. Sie hat

drei gekuppelte Räder, die in eisernen Rahmen gelagert sind; an jeder Längsseite dieses Rahmens ist ein horizontalen Röhrenkessel befestigt. Unterhalb des Rahmens befinden sich jederseits zwei horizontalliegende Räder, welche an den vorstehend erwähnten Leitschienen laufen und Seitenschwankungen verhindern. Die Locomotive hat ein Dienstgewicht von 6·7 Tons und die ziemlich bedeutende Zugkraft von 1 Tons, da das ganze Gewicht für die Adhäsion nutzbar gemacht ist. Injectoren nach Giffard's System und Westinghouse'sche Luftdruckbremsen vervollständigen die maschinelle Ausrüstung dieser eigenartigen Locomotive. Der Tender, welcher ein Gewicht von 4·5 Tons hat, ist derart angeordnet, daß er mit Hilfe des Dampfes der Locomotive als Motor benützt werden kann, also die Zugkraft der ersteren wesentlich erhöht. Ist dies nicht erforderlich, so wird der diesbezügliche Mechanismus ausgeschaltet und der Tender figurirt einfach als Schlepptender wie



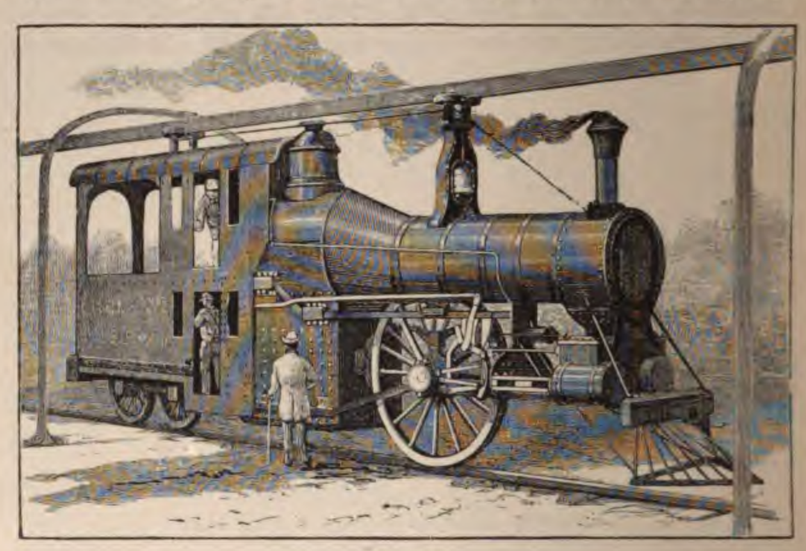
Disposition der Hauptbahn und der einschienigen Bahn.

bei der normalen Bahn. Es sei noch erwähnt, daß die Güterwagen ein Eigengewicht von 2·5 Tons haben und mit 3·5 Tons belastet werden können; die Personenwagen haben je 24 Sitzplätze.

Neuerdings hat Lartigue sein System für den elektrischen Betrieb ausgestaltet. Die Vorzüge der einschienigen Bahn, ferner die erwiesene finanzielle Unmöglichkeit des Baues von elektrischen Bahnen mit bedeutenden Fahrgeschwindigkeiten, sobald hierzu ein eigener Bahnkörper erforderlich ist, und weiter die Unverträglichkeit eines solchen Betriebes mit dem Güter- und Personenzugsverkehr: diese Erwägungen haben Lartigue und nach ihm den englischen Ingenieur Behr dazu geführt, eine Lösung des diesfalls in Frage kommenden Problems auf Grund des einschienigen Geleises anzustreben. Lartigue's Idee geht dahin, die zu beiden Seiten des Bahnplanums unbenützt bleibenden Theile des Unterbaues (Böschungen, Gräben u. s. w.) für die Anlage der elektrischen Schnellbahnen auszunützen, und zwar in der Weise, wie sie vorstehende Figur veranschaulicht. Aus derselben ist die Disposition der

Hauptbahn und die Anordnung der einschienigen Bahn auf jeder Seite des Planums deutlich zu ersehen.

Die Sache hat aber — so einfach sie sich darstellt — gleichwohl mancherlei Schwierigkeiten für sich. Zunächst erfordert die Anlage der einschienigen Seitenbahnen die Verbreiterung der Tunnels und Brücken; ferner erfordern die Stationen umfangreichere Herstellungen, indem beispielsweise an solchen Stationen, wo die Züge der Hauptbahn anhalten, diejenigen der elektrischen Seitenbahnen aber nicht, die letzteren um die Haltepunkte herumgeführt werden müßten. Der unbehinderte Zu- und Abgang zu und von den Zügen zweier Bahnen würde nothgedrungen zu complicirten Einrichtungen führen. Die Durchfahrt durch umfangreiche Güter-



Boynton's Bicycle-Locomotive.

bahnhöfe erfordert endlich eine hohe Lage der Lartigue'schen Geleise oder die Unterfahrung der ersteren. Die Vertheuerung der Anlage Lartigue'scher einschieniger elektrischer Bahnen in Folge all der aufgezählten Schwierigkeiten und Complicationen hält mit den Kosten einer selbstständigen elektrischen Fernbahn fast die Wage.

Die Wagen der elektrischen Züge gleichen im Allgemeinen den weiter oben beschriebenen. Da sie aber meist einzeln fahren, erhalten sie vorne einen gedeckten Sitz für den Maschinisten, der zugleich die Bremse bedient. Zur besseren Ueberwindung des Luftwiderstandes, sind die Wagen in der Fahrtrichtung keilförmig gebaut. Wegen ihrer großen Länge, welche beim Fahren durch die Krümmungen hinderlich sein könnte, ist das Laufwerk nach Art der amerikanischen Trucks eingerichtet. Den Antrieb erhalten die Wagen durch Elektromotoren, welche auf den Achsen von sechs großen Treibrädern angeordnet sind. Die Stromzufuhr erfolgt mittelst Kabelleitung seitwärts der Bahn. Die Wagen erhalten die gleiche Aus-

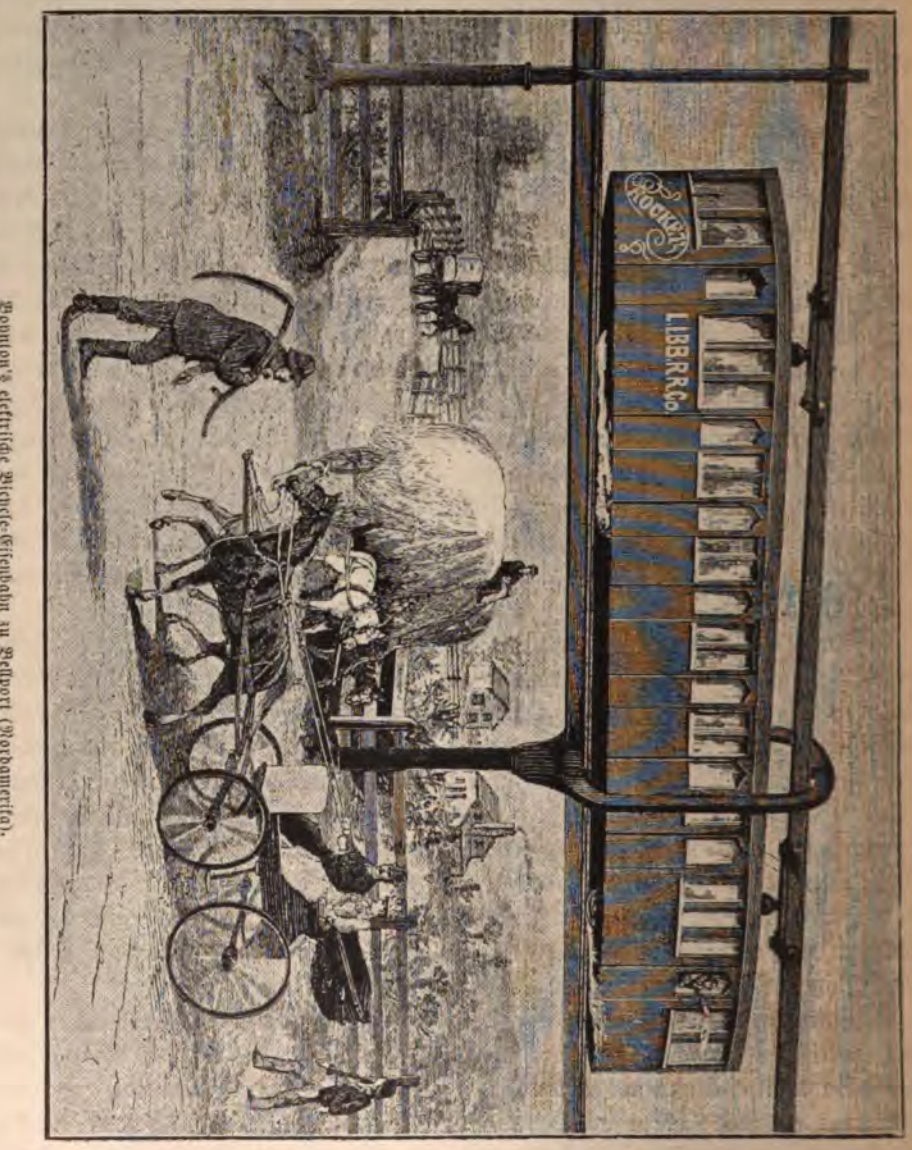
stattung wie die der Luxuszüge; die Fahrgäste sitzen mit dem Gesichte nach außen, mehrere Seitenthüren erleichtern das Ein- und Aussteigen. Außerdem vermittelt eine Treppe den Uebergang von einem Seitengange von den Sitzen zum anderen. Ueber die Zweckmäßigkeit dieses Systems und die Möglichkeit seiner Verwirklichung sind die Acten noch nicht geschlossen; wir enthalten uns daher aller Raisonnements nach dieser Richtung.

In anderer Weise als Lartigue hat der Amerikaner Boynton das Princip der einschienigen Bahn zu lösen angestrebt. Er verlegt den einen Schienenstrang auf den Boden, wodurch er sich unzweifelhaft des hauptsächlichsten Vortheiles des Latigue'schen Systems begiebt, wenngleich auch Boynton's »Bicyclebahn« — wie er sie nennt — bezüglich ihrer Anlage eine im räumlichen Sinne sehr schmiegsame Construction zukommt. Wie die beigefügte Abbildung veranschaulicht, läuft die Locomotive der Boynton'schen Bahn mit einem großen Treibrade und zwei kleinen unter dem Tender angebrachten Laufrädern auf dem Schienenstrange, und erhält dieselbe ihre Führung durch einen über der Maschine an galgenartigen Gerüsten befestigten horizontalen Balken und vermittelst zweier an den letzteren sich pressenden horizontalen Räderpaare. Die Locomotive hat ein Gewicht von 22 Tons und hat eine Höhe von 4·7 Meter; Treibrad und Laufräder haben auf jeder Seite einen Spurkranz, um von der Schiene nicht abgleiten zu können; der Durchmesser des Treibrades ist 2·35 Meter. Der Führerstand ist etagenartig angelegt, so daß der Führer über dem Heizer zu stehen kommt.

Dieselbe Anordnung in Etagen zeigen die Personenwagen; bei einer Höhe von 4·3 Meter beträgt ihre Breite nur 12·2 Meter, ihre Länge dagegen 12·2 Meter, wodurch sich der Raum für die stattliche Zahl von 108 Sitzplätzen ergiebt. Da ein solcher Wagen 6000 Kilogramm wiegt, entfällt, wenn alle Sitzplätze ausgenützt sind, auf einen Reisenden ein zu beförderndes todtes Gewicht von nicht ganz 50 Kilogramm. Die Güterwagen haben die gleichen Dimensionen wie die Personenwagen. Die Breite der Fahrbetriebsmittel gestattet, daß eine eingeleisige Bahn gewöhnlicher Construction und mit der normalen Spurweite von 1·435 Meter nach Herstellung der oberen horizontalen Führungsbalken mit ihren jochförmigen Trägern ohne Abänderung des eigentlichen Oberbaues sofort als zweigeleisige Bahn nach Boynton's Einschienensystem eingerichtet werden kann.

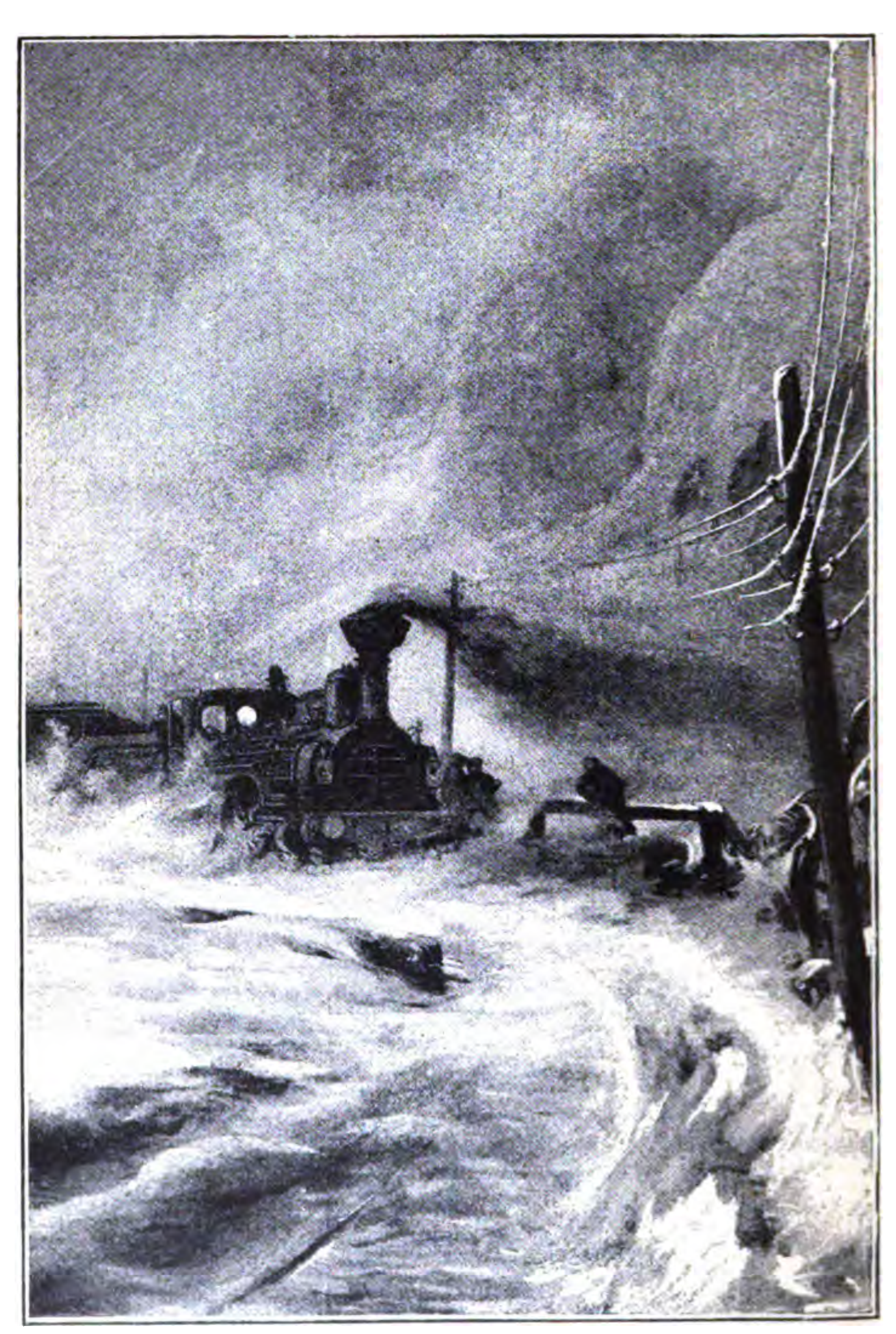
Gleich Lartigue hat auch Boynton in jüngster Zeit seine Construction für den elektrischen Betrieb entsprechend umgestaltet und eine Linie dieser Art — auf der Insel Long Island bei New-York — erbaut. In Berücksichtigung der angestrebten großen Fahrgeschwindigkeit (100 englische Meilen pro Stunde) laufen die Wagen an der Stirnseite keilförmig zu, also wie die Lartigue'schen. Jeder Wagen hat nur zwei Laufräder mit doppeltem Spurkranz, eines vorne, ein zweites hinten. Diese Räder sind an je einer eisernen Säulen montirt, welche senkrecht durch die Kopfstücke der Wagen gehen und um ihre Achse drehbar sind. Das obere Ende jeder Säule trägt einen Rahmen mit je vier festen stählernen, auf senkrechten

Spindeln rotirenden Rädern. Diese letzteren besorgen die Führung an den horizontalen hölzernen Balken, welcher über den Wagen laufen und in die jochförmigen



Boynton's elektrische Bicycle-Eisenbahn zu Bellport (Nordamerika).

Träger eingespannt sind. Da die Boynton'sche Bicyclebahn in ihrer verbesserten Gestalt nicht ausschließlich auf dem natürlichen Boden, sondern auch in der jeweils nothwendigen Ueberhöhung über demselben läuft, haben die Träger eine etwas veränderte Form erhalten. Beim Durchfahren der Curven folgen die Führungsräder



Schneeverwehung.

genau der Krümmung der Balken und drehen den Rahmen, auf dem sie montirt sind, damit auch die betreffende Säule und durch die letztere die unteren Laufräder, so daß ein ruhiger Gang der Vehikel erzielt wird. Außerdem ruht der Wagen mit jedem Ende auf Federn, welche an den drehbaren Säulen angebracht sind, wodurch alle Erschütterungen ausgeglichen werden.

Der in Fig. 3 dargestellte elektrische Motor ist nach der Gramme'schen Type gebaut. Die Zeichnung zeigt (der betreffende Theil des Gehäuses ist abgehoben) vier Spulen und rückwärts den Gramme'schen Ring mit seinen Verbindungen gegen die Commutatoren und die Bürsten. Der Ring ist an die Treibräder angenietet, wogegen das motorische Feld von einem stabilen Rahmenwerke getragen wird, so daß, in Bewegung begriffen, nur das Rad mit dem Ring rotirt, während das Feld in der Ruhelage bleibt. Ein sechspoliger Motor, dessen Armatur 43 engl. Zoll im Durchmesser hat, liefert 75 Pferdekräfte. Je ein solcher Motor ist an den Stirnenden eines Wagens (dem »Motorwagen«) in einem besonderen Gehäuse untergebracht.

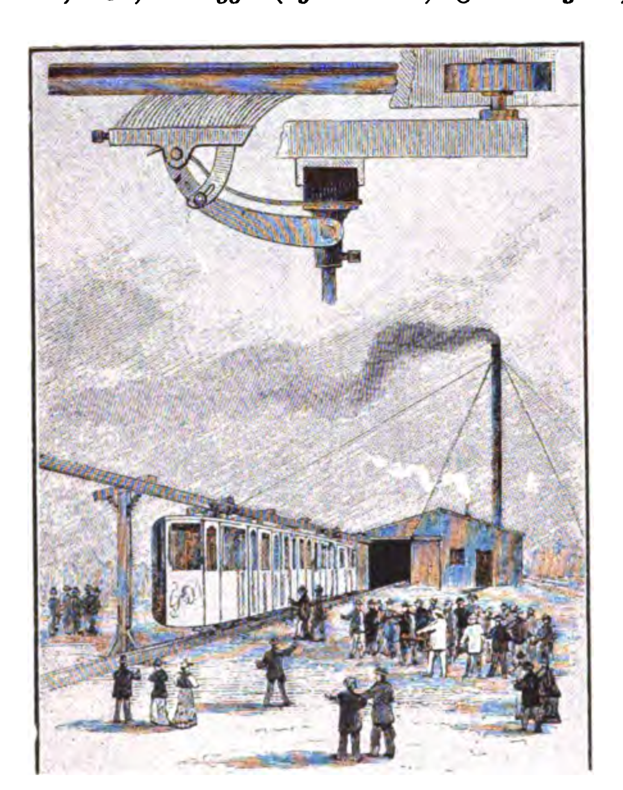


Fig. 1—5. Details der Boynton'schen elektrischen Bicycle-Eisenbahn.

Den Querschnitt eines Wagens mit den oberen Rädern und der zur Stromleitung dienenden Metallschiene zwischen denselben ist in Fig. 2 veranschaulicht, die Anordnung dieses Bestandtheiles der Bahn sammt den hölzernen Balken für die oberen Räder in Fig. 4. Jeder Wagen hat sechs Abtheilungen mit je vier Sitzplätzen, welche rücklings angeordnet sind; jede Wagenabtheilung ist durch zwei Seitenthüren zugänglich. Fig. 1 zeigt den Wagen im Grundrisse, Fig. 5 giebt eine Ansicht des zur Unterbringung des Rades sammt Rahmen und Tragfedern reservirten Raumes. Die Stromleitungsvorrichtung im oberen Theile der Construction ist aus der Abbildung Seite 738 ersichtlich, welche zugleich die neueste Anwendung eines Hemmschuhes statt der bisher gebräuchlichen Bürsten darstellt. Es wurde bereits bemerkt, daß die oberen Räder nur die Führung zu besorgen haben; die Inanspruchnahme ist in Folge dessen so gering, daß versuchsweise um die Peripherie dieser Räder

gelegte Gummireifen noch nicht gänzlich abgenützt waren, nachdem der Wagen bereits 5000 Kilometer durchlaufen hatte.

Die hier stehende Abbildung veranschaulicht einen zur Abfahrt bereiten Zug. Hier läuft die Bahn noch in der Ebene, da die örtlichen Verhältnisse dies gestatteten, steigt aber dann zur Hochbahn an und gleicht in diesen Theilen bezüglich der äußeren Construction anderen Anlagen dieser Art, vornehmlich der einschienigen Bahn John Meigg's (vgl. S. 687). Für den gewöhnlichen Betrieb werden Züge zusammengestellt, die aus drei Wagen ohne Motoren, also reinen Personenwagen, bestehen und außerdem am Anfange und Ende je einen Motorwagen führen. Durch ihre Bauart überwindet die Bahn Steigungen von 9'' und Curven von einem Radius pro 220 Meter mit größter Leichtigkeit. Die Wagen laufen ruhig und ohne Seitenschwankungen. Die Erklärung hiefür ergiebt sich daraus, daß in den Curven die obere Leitschiene gegen die untere Laufschiene bis 60 Centimeter nach dem Mittelpunkt der Curve zu gerückt ist, welches Maximum vom Beginn der Curve an allmählich erreicht wird, so daß der Wagen gleichfalls successive der Krümmung sich anschmiegt und demnach die Neigung für die Fahrgäste kaum fühlbar wird. Da nun auch die Führungsräder auf dem Rahmen derart angebracht sind, daß deren Achsen den hölzernen Führungsbalken in Form des oberen Theiles eines umgekehrten U umgeben, so ist, falls ein Rad brechen sollte, Schutz gegen das Abgleiten des Wagens geboten.



Stromleitung und oberer Theil der Bahnanlage.

Für die Leistungsfähigkeit der Bahn sprechen folgende Daten: ein Motorwagen, der wegen Unterbringung der Motoren an den Endseiten naturgemäß weniger disponiblen Raum bietet, enthält 24 Sitzplätze, während die reinen Personenwagen deren 50 aufweisen; das Gewicht eines Wagens ersterer Art beträgt

6 Tons, eines der letzteren Art 3 Tons. Die Wagen sind 17 Meter lang 1·35 Meter breit und 2·4 Meter hoch. Ein Zug aus zwei Motorwagen und drei Personenwagen hat ein Gewicht von 21 Tons und kann 200 Personen bequem aufnehmen, was einem Nutzeffect gleichkommt, wie ihn — bei gleicher Geschwindigkeit — die modernen Blitzzüge nicht zu überbieten vermögen.

Das Princip der einschienigen Bahnen hat in allerjüngster Zeit ein deutscher Techniker — Eugen Langen — einer weiteren, sehr rationellen Ausgestaltung entgegengeführt. Die Langen'sche Construction sieht von einer Fahrschiene gänzlich ab, indem sie ähnlich wie die bekannten Hängebahnen angeordnet ist. Zum Unterschiede von diesen führt sie die Bezeichnung »Schwebebahn«. Ueber deren Einzelheiten entnehmen wir einer Schrift ihres Urhebers die nachfolgenden Daten. Hochbahnen mit hängenden Wagen haben vor den Hochbahnen gewöhnlicher Art allgemein den Vorzug größerer Sicherheit, denn ein hängender Körper muß stets von selbst wieder in die Gleichgewichtslage zurückkehren, wenn er dieselbe in Folge äußerer Einflüsse verlassen hat; ferner ist bei hängenden Wagen die Sicherung derselben gegen Hinabstürzen von der Bahn bei außergewöhnlichen Unfällen mit weit einfacheren Mitteln zu erreichen, als bei den auf Radachsen stehenden Wagen.

Die Elasticität der Eisenconstruction des Langen'schen Systems gewährleistet eine außergewöhnlich ruhige Fahrt und die Federung in den Aufhängeorganen ist eine rationellere als bei den Bahnen gewöhnlichen Systems. Die freischwebende Aufhängung hat den weiteren Vortheil, daß die außergewöhnliche und nicht unbedenkliche Beanspruchung des Trägers auf Verdrehung, wie sie bei nicht freischwebend hängenden Wagen durch die auf den Wagenkasten wirkenden Horizontalkräfte (Winddruck, Centrifugalkraft) vermittelst der Führungs- und Klemmrollen ausgeübt wird, vermieden ist, da diese Horizontalkräfte bei freischwebender Aufhängung eine geringe Neigung des Wagens, nicht aber eine Beanspruchung des Trägers verursachen. Ebenso werden bei freischwebender Aufhängung die Spurkränze der Laufräder weit weniger durch starke und stoßweise wirkende Seitenkräfte beansprucht als bei anderen Systemen. Weitere Vorzüge des fraglichen Systems sind die Möglichkeit, sehr kleine Krümmungen zu durchfahren, und die sehr einfache Anlage von Weichen und Kreuzungen.

Bezüglich der Sicherheit ist zu bemerken, daß dieselbe durch eine mehr oder weniger feste Führung der Wagen selbst, wie sie bei den vorbesprochenen einschienigen Hängesystemen gebräuchlich ist, nicht erhöht wird; im Gegentheile: je mehr stetig mitwirkende Führungs- oder Festhaltungsorgane (Klemmrollen, Führungsrollen) eine Construction erfordert, umso größer ist die Möglichkeit des Versagens oder des Bruches einer dieser Organe, womit unstreitig die Gefahr des Entgleisens, oder doch eines beständigen Störung der Fahrt gegeben ist. Dem gegenüber gewährt die ruhige, von Erschütterungen freie Fahrt in den Wagen der Langen'schen Bahn, welche freischwebend nur an den Laufrädern hängen, das Gefühl großer Sicherheit;

dabei fehlen nicht die Organe, welche bei etwa denkbaren außergewöhnlichen Unfällen sichernd eingreifen.

Die Schwebebahn System Langen bietet der Ausführung zwei Grundformen: die zweischienige und die einschienige. Bei der zweischienigen Anordnung besteht die Bahn aus einem, am besten in Gitterwerk hergestellten unten offenen kastenförmigen Längsträger, welcher durch in entsprechenden Abständen angeordnete Säulen oder Stützen getragen wird; die Schienen sind auf den unteren inneren Gurtungen der



Langen's Schwebebahn (Curve).

Seitenwände des Kastenträgers befestigt. An den Achsen der auf diesen Schienen laufenden Räder sind Drehgestelle mittelst gelenkiger Organe aufgehängt und unter diesen Drehgestellen hängt in Federn der eigentliche Wagen. — Bei der einschienigen Grundform ist die Schiene selbst trägerartig ausgebildet und wird seitlich von der Stütze gefaßt. Die Hängeorgane sind diesfalls zu Bügeln erweitert, welche die Laufräder von oben umfassen und beiderseits die Lagerstellen der Achsen tragen. Die Sicherheit erscheint hier in noch höherem Maße gewährleistet als bei zwei Schienen. Selbstverständlich haben die Laufräder dieser Bahn auf jeder Seite einen Spurkranz.

Während die zweischienige Grundform vornehmlich für Bahnanlagen innerhalb der Städte Verwendung finden wird, eignet sich die einschienige Bahn haupt-

sächlich für den Fernverkehr zur Einrichtung sogenannter Schnellbahnen, sowie für solche Bahnanlagen, bei welchen auf Grund örtlicher Schwierigkeiten Bahnsysteme ausgeschlossen sind. Beide Grundformen lassen sich eingeleisig und zweigeleisig ausführen und gestatten die mannigfaltigste Ausgestaltung hinsichtlich Anordnung der Geleise und Anbringung der Stützen, wovon mitfolgend einige Proben gegeben sind. So zeigt Figur 1 die Anordnung einer zweigeleisigen Bahn mit nebeneinander liegenden Geleisen, welche zu beiden Seiten fester Säulen angebracht sind. Fig. 2 zeigt, wie bei einer solchen Bahn eine Haltestelle unter Benützung eines in der Straßenflucht gelegenen Hauses anzuordnen ist, indem man am ersten Stockwerke des betreffenden Gebäudes einen balkonartigen Ausbau anbringt, welcher bis

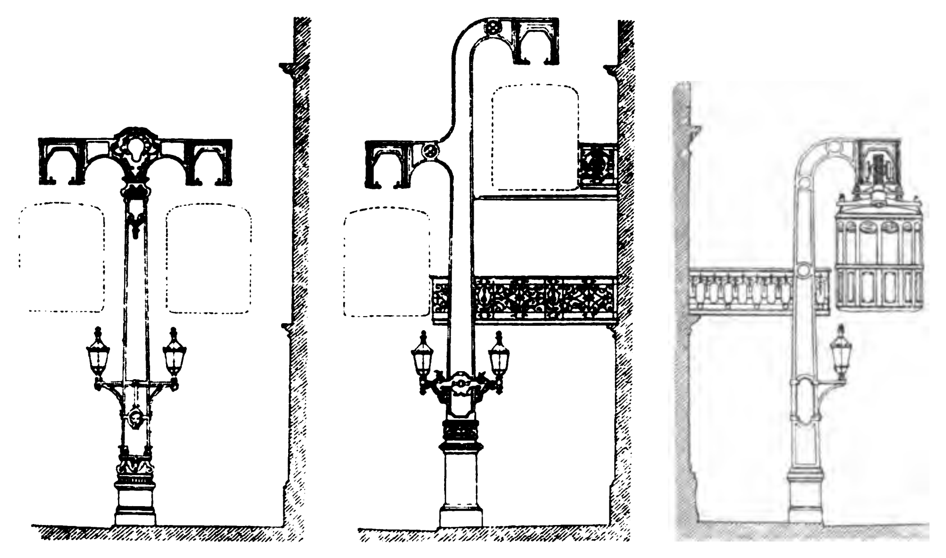


Fig. 1—3. Langen's Schwebebahn. Anordnung der Haltestellen.

zu dem einen Geleise reicht, und das andere Geleise mit entsprechender Steigung bis zum zweiten Stockwerk führt, von wo aus die Wagen ebenfalls mittelst eines Balkons bestiegen werden.... Figur 3 zeigt eine ähnliche Haltestelle für eine eingeleisige Bahn.

Trotz dieser Anordnung ist die seitens der Fahrgäste zu ersteigende Höhe bedeutend geringer als bei gewöhnlichen Hochbahnen; denn bei letzteren muß die Unterkante des festen Unterbaues des Bahnkörpers so hoch liegen, daß der gewöhnliche Straßenverkehr nicht beeinträchtigt wird; der Wagen, welcher bestiegen werden soll, steht sonach noch um die Höhe dieses Unterbaues und den Durchmesser der Wagenräder höher, während bei der Schwebebahn, bei welcher das Geleise über dem Wagen liegt, der Wagenboden nur so hoch über dem Straßenpflaster sich befindet wie bei der gewöhnlichen Hochbahn (einschließlich der Construction Boynton)

die Unterkante des festen Bahnunterbaues. Der Unterschied in der zu ersteigenden Höhe kann auf 1·5 bis 3 Meter angenommen werden.

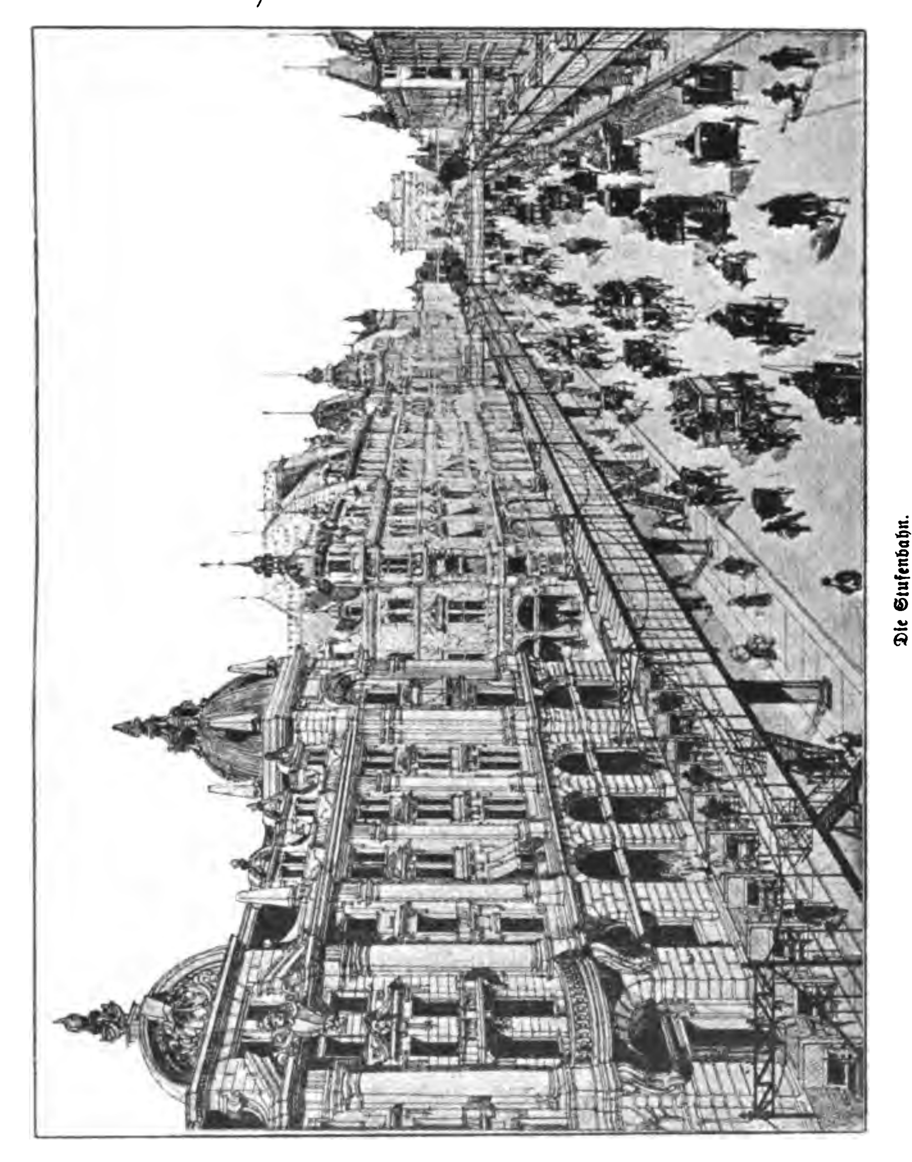
Auf freien Plätzen lassen sich die Haltestellen mit besonderen Warteräumen verbinden, deren Erdgeschoß gleichzeitig als Trinkhalle benützt werden kann. In Straßen mittlerer Breite wird man die Fahrbahn über dem Straßendamm anbringen und die Stützen auf die Kanten des Gangsteiges stellen, während man sie in engen Straßen direct an die Häuser anlehnen kann. Ganz besonders geeignet ist die Schwebebahn zur Anlage einer Verkehrslinie über einem Wasserlaufe, wobei die Stützen, welche schräg gestellt werden, ihre Fußpunkte an den Ufern finden, während die Wagen über dem Wasser schweben. Gegenüber anderen Hochbahnen bietet diesfalls die Schwebebahn den besonderen Vortheil, daß sie das Bett des Wasserlaufes gänzlich unberührt lassen kann. Haltestellen lassen sich bei solcher Bahnanlage leicht in Verbindung mit vorhandenen Brücken bringen.

Wie bereits erwähnt, eignet sich die einschienige Anordnung vorzugsweise für den Fern- oder Schnellverkehr. Der Wagen erhält diesfalls zur besseren Ueberwindung des Luftwiderstandes (wie bei Lartigue und Boynton) keilförmige Stirnseiten; die Laufräder sind verhältnißmäßig groß. Zur Verhinderung der etwa durch den Winddruck verursachten seitlichen Schwankungen können auf dem Wagendache befestigte, über die Fahrbahn hinausragende Windschirme angebracht werden, welche den Winddruck paralysiren, indem sie dem letzteren den gleichen Widerstand oberhalb der Laufschiene entgegensetzen wie dem Wagen selbst unterhalb derselben.

Den Hochbahnen wird bekanntlich vom ästhetischen Standpunkte aus der Vorwurf gemacht, daß sie das Straßenbild wesentlich beeinträchtigen. Man wird zugeben, daß dieser Vorwurf bei der Schwebebahn am wenigsten berechtigt ist, da ihr Unterbau jedenfalls weit weniger massiv ist als bei einer Hochbahn gewöhnlicher Art und auch ihre Fahrbahn weit weniger Luftraum einnimmt, also die Aussicht weniger behindert als bei den bisherigen Constructionen. Ganz beseitigen läßt sich der hier in Frage kommende Uebelstand selbstverständlich nicht; aber die Rücksichten auf die Aesthetik treten heutzutage mit Recht gegenüber den Anforderungen des Verkehrs in den Hintergrund. Die Bündel von Telegraphen- und Telephondrähten und deren Isolatorenträger tragen gleichfalls nicht dazu bei, die Straßenveduten großer Städte zu verschönern, und dennoch hat man sich an sie gewöhnt, sich aus Zweckmäßigkeitsgründen mit ihnen abgefunden. Welcher Unterschied aber zwischen einer Anlage gleich dem Langen'schen Systeme mit seinen leichten, zierlichen constructiven Elementen gegenüber den herkömmlichen Hochbahnen, welche einen festen Wall von Mauerklötzen und Bögen unter Verunstaltung ganzer Viertel durch die Stadt zieht, besteht, liegt auf der Hand.

Die Schwebebahn bietet das Mittel, die großen Prunkstraßen zunächst überhaupt von Bahnanlagen freizuhalten, weil sie sich, im Gegensatze zu anderen Hochbahnen, leicht in vorhandenen Straßen zweiter Ordnung anbringen läßt. Ist aber die Anlage einer Bahn in einer Prunkstraße nicht zu umgehen, so ist die

Schwebebahn ohne Zweifel hierzu das geeignetste System. Bei der Erweiterung und dem Ausbau von Städten oder Stadtvierteln aber dürfte die Schwebebahn

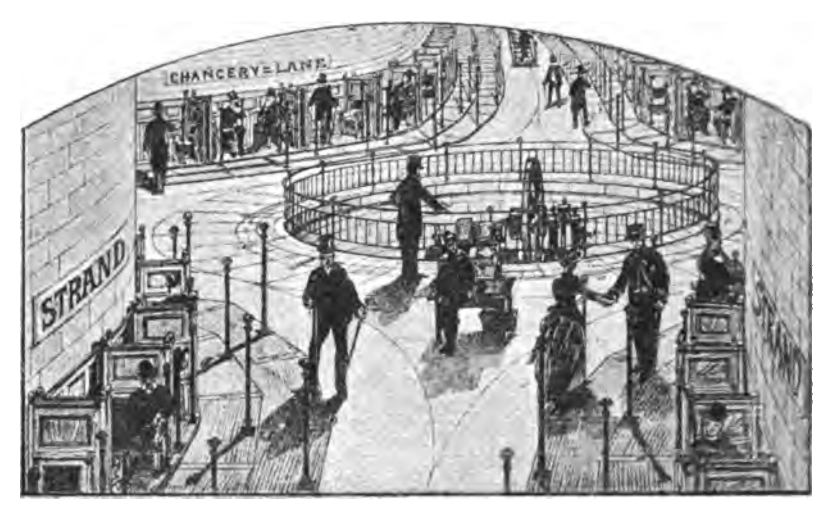


Die Stufenbahn.

vermöge ihrer Leichtigkeit und Anpassungsfähigkeit an örtliche Verhältnisse bei der ursprünglichen Anlage und Grundrißgestaltung anderen Arten von Hochbahnen gegenüber unbestritten den Vorzug verdienen.

Um die praktische Durchführbahrkeit des Langen'schen Hochbahnsystems zu erproben, ist auf dem Grundstücke der bekannten Waggonfabrik Van der Zypen

& Charlier in Deutz bei Cöln eine Probestrecke von circa 100 Meter Länge hergestellt worden, welche durch die Abbildung auf Seite 740 und das Vollbild veranschaulicht wird. Die Strecke besteht aus gleichlaufenden geraden Stücken, die an den Enden durch Halbkreise von 10 Meter Durchmesser zu einer geschlossenen Linie verbunden sind. Bahncurven von so kleinem Halbmesser dürften kaum irgend sonstwo vorkommen. Der bei dieser Probestrecke in Verwendung stehende Wagen wird durch einen Elektromotor betrieben, welchem der Strom durch eine innerhalb des Trägers der Bahn befindliche Leitung zugeführt wird. Die Versuche auf dieser Probestrecke haben den gehegten Erwartungen vollkommen entsprochen und nach dem Urtheile aller Fachleute, welche den Versuchen beigewohnt haben, die Brauchbarkeit des Systems bewiesen.

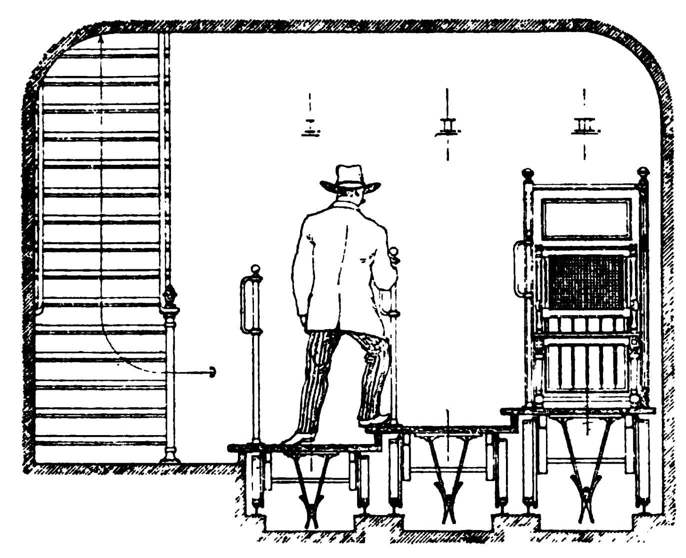


Die Stufenbahn.

Eine in jeder Beziehung originelle Idee, ein billiges Massentransportsmittel zu schaffen, dem auch der Vortheil einer außergewöhnlich einfachen Art der Benützung zukommt, ist in der sogenannten **Stufenbahn** verkörpert. Ihre Urheber sind der Oberbaurath **Wilhelm Rettig** und der Baurath **Heinrich Rettig**. Das Eigenthümliche dieser Construction besteht darin, daß die Züge in ununterbrochener Bewegung sich befinden, ein Anhalten derselben also weder beim Zu-, noch beim Abgange stattfindet. Auf den ersten Blick erscheint dies als ein Problem, umsomehr, als sich die Züge mit einer Geschwindigkeit von 4·5 Meter in der Secunde (16 Kilometer in der Stunde) bewegen.

Auf welchem Principe beruht nun diese originelle Construction? Ganz einfach auf der Anordnung mehrerer, in Stufen angeordneten Fahrbühnen, deren Bewegungsgeschwindigkeit eine verschiedene ist, so daß der Uebertritt von einer Bühne auf die nächstfolgende ohne irgendwelche persönliche Gefährdung bewerkstelligt

werden kann. Dies verhält sich nämlich so. Ein gewöhnlicher Fußgänger bewegt sich im Durchschnitte mit einer Geschwindigkeit von 1·5 Meter in der Secunde; bewegt sich nun eine Fahrbahn, welche etwa 10 Centimeter über dem Gehwege liegt, mit der gleichen Geschwindigkeit, so liegt es auf der Hand, daß der Uebertritt auf die erstere ohne irgendwelche Beeinträchtigung erfolgen kann. Nehmen wir nun an, eine zweite, knapp anschließende Fahrbahn bewegte sich mit einer Geschwindigkeit von 3 Meter in der Secunde, so leuchtet ein, daß auch das Betreten dieser Bahn leicht und gefahrlos erfolgen kann. Die dritte, nächst höhere Fahrbahn endlich bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 4·5 Meter in der Secunde, so daß mit dem Uebertritt des Fahrgastes auf diese letztere das eigentliche Beförderungsmittel

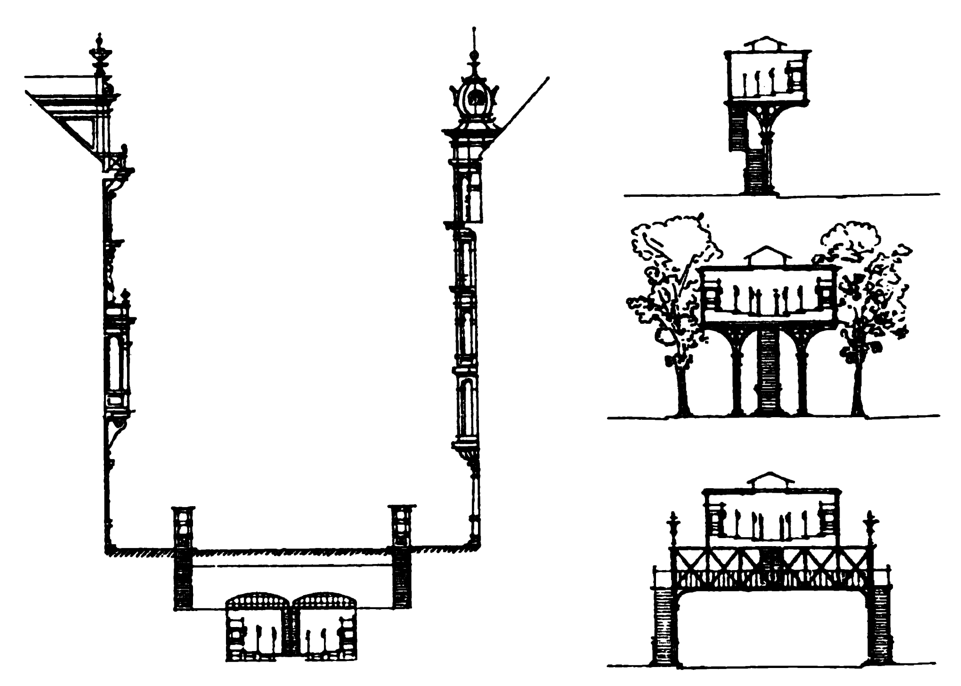


Schematische Darstellung der Stufenbahn.

in Benützung kommt. Dieses — der »Zug« — ist in einzelne Abtheilungen mit bequemen Sitzen geschieden. Feste Geländer oder freistehende Haltestangen erleichtern den Auf- und Abstieg. Die Wagen sind 2 bis 3 Meter lang und durch lothrechte Bolzen auf ihre Längenachse verkuppelt. Sie bilden einen ebenen Boden, dessen Oberfläche dadurch zusammenhängend gemacht wird, daß die bei Krümmungen um einige Centimeter sich öffnenden Anschlußfugen mit flachen Eisenbändern überbrückt werden.

Das Wesen der Bahn bedingt eine ringförmige Anlage, mit Ausschluß aller Weichen und Kreuzungen, und zwar muß jede einzelne Fahrbühne einen Ring bilden, dessen Grundform jedoch nicht etwa ein Kreis zu sein braucht. Auch sind gerade Strecken zwischen den Bögen zulässig. Jede Fahrbühne erhält ihren Antrieb durch ein Zugseil, das in den Gabeln, welche unter den Wagen angebracht sind,

lagert. Die einzelnen Bühnen ruhen auf Rädern, welche auf Geleisen von 50 bis 60 Centimeter Spurweite laufen. Feststehende Maschinen bewegen eine Welle, um welche das Seil sich herumdreht, und fördern auf diese Weise die einzelnen Bühnen. Die beschränkte Anwendungsweise der Stufenbahn kommt auch noch dadurch zum Ausdrucke, daß sie ihres Hauptvortheiles, an jeder beliebigen Stelle bestiegen oder verlassen werden zu können, bei ihrer Anlage als Hoch- oder Tiefbahn verlustig wird. Einige Schwierigkeiten verursacht die Controle der Fahrgäste, da dieselben, wie hervorgehoben, an jeder beliebigen Stelle der Bahn dieselbe betreten, beziehungs-

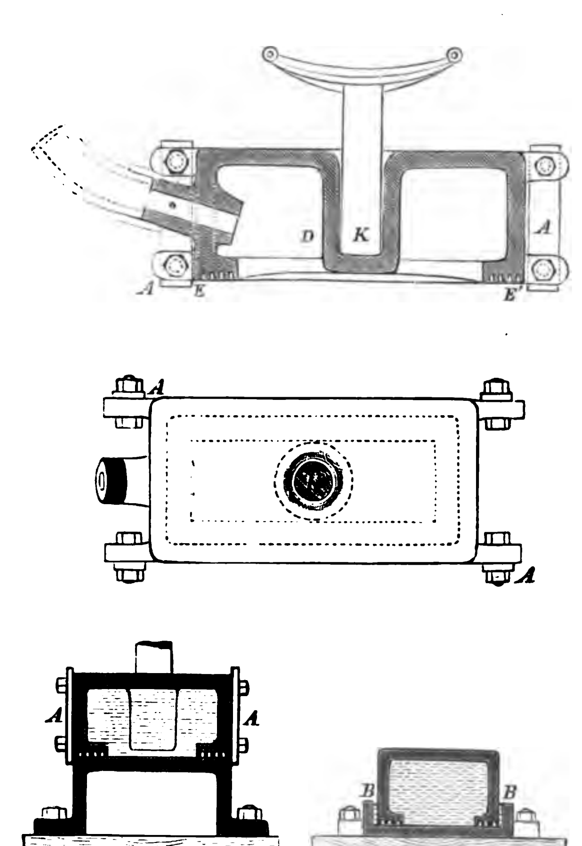


Die Stufenbahn als Untergrundbahn. Die Stufenbahn als Hochbahn.

weise verlassen können. Selbst einem vielköpfigen Bedienungspersonale wäre es nicht möglich, unausgesetzt das Kommen und Gehen der Fahrgäste zu überschauen. Die Erfinder schlagen daher vor, an den Eingängen selbstthätige Apparate anzubringen, welche die Abschlüsse öffnen, sobald ein Geldstück von entsprechendem Werthe eingelegt wird. Es knüpft sich aber an diese Einrichtung die Voraussetzung, daß jeder Fahrgast, wenn er seinen Sitz verläßt, den Eingang wieder verschließt, was nicht zuversichtlich zu erwarten ist. Ein zweiter Vorschlag besteht darin: in den Kaufläden sind Fahrscheine erhältlich, welche zur uneingeschränkten Fahrt auf sämmtlichen Bühnen (Ringen) berechtigen, jedoch nur für bestimmte Zeitabschnitte. Jeder Fahrgast hätte diesen Schein, sobald er den Wagen betreten hat, in einen kleinen Rahmen über seinem Sitze zu stecken, so daß ihn die Aufsichtsbeamten leicht wahr-

nehmen können. Diese letzteren sind auf die Fahrbühnen vertheilt und haben die herkömmlichen Functionen der Eisenbahnconducteure.

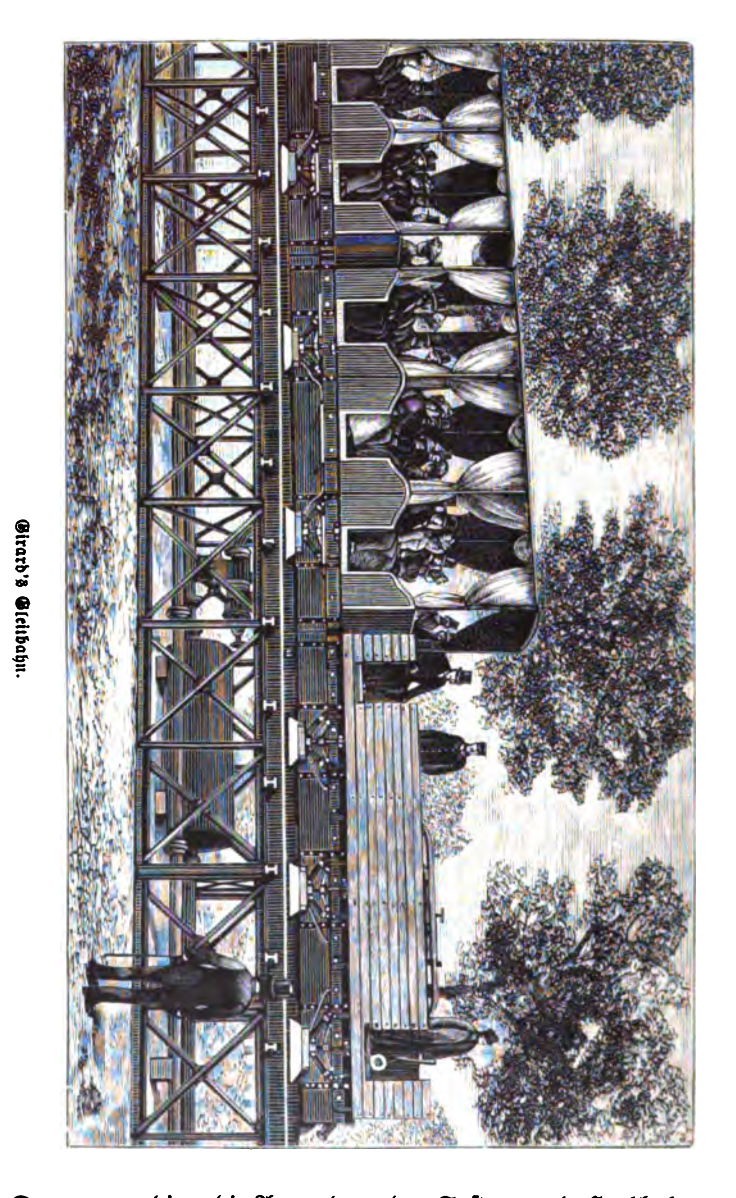
Nicht ohne Interesse ist die Frage der Rentabilität einer Anlage nach dem Principe der Stufenbahn. Die Betriebskosten jeder Bahnlage sind bekanntlich das Ergebniß in der Wechselbeziehung zwischen der aufzuwendenden Betriebskraft und dem Maße der Leistungsfähigkeit. Das Stufenbahnsystem würde sich demgemäß, soll es sich bezüglich der Betriebskraft einer Locomotiveisenbahn gegenüber concurrenzfähig erweisen, nur in dem Falle rentiren, wenn der zu bewältigende Verkehr außerordentlich stark ist. In dieser Beziehung liegen die Chancen für die Stufenbahn außerordentlich günstig, denn einestheils kann die Betriebskraft bis auf den vierten Theil der für den gleichen Verkehr beim Eisenbahnbetrieb erforderlichen Kraft herabsinken, während anderseits die Transportleistung 12.000 Personen pro Stunde beträgt. Wollte man diese Leistung auf eine Locomotivbahn übertragen, so wären hierzu stündlich 30 Züge zu je 8 Wagen erforderlich. Dazu kommt, daß bei den Stufenbahnen jeder Zeitverlust durch Anhalten entfällt, so daß im Durchschnitte die Locomotivbahn (als Stadtbahn) einen Kilometer in 6·18 Minuten, die Stufenbahn aber in 4·6 Minuten (Pferdebahn in 8 Minuten) zurücklegt.



Die Gleitbahn (Schuhe).

Bisher ist die Stufenbahn nur versuchsweise in Anwendung gekommen und es läßt sich sonach schwer ein Urtheil über ihre praktische Bedeutung fällen. Die allen Zugseilsystemen zukommenden Nachtheile (vergl. S. 690) entfallen bei der Stufenbahn allerdings, da sich hier keine Reibungswiderstände ergeben, denn die Seile besorgen nur den Antrieb der auf Schienen laufenden Wagen. Auch würde die

Ausdehnung der Anlage durch die örtlichen Verhältnisse mannigfache Beschränkungen erfahren; bei Anlagen im Straßenniveau scheinen uns Unzukömmlichkeiten unver-



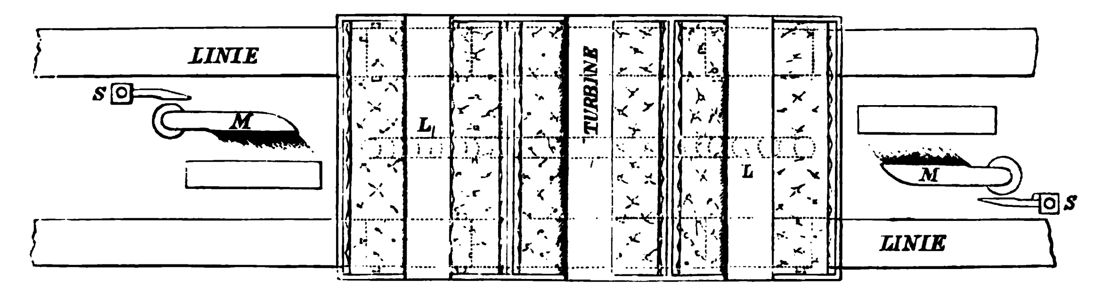
Girard's Gleitbahn.

meidlich. Dagegen verdient die Anwendung des Systemes als Hochbahn — möglichst viele Zugangsstellen (mit Treppen) vorausgesetzt — immerhin Beachtung. Daß indes die Stufenbahn die gewöhnlichen Straßenbahnen völlig ersetzen könnte, dünkt uns denn doch etwas optimistisch. Als Verkehrsmittel einzelner Stadttheile mit Bahn-

höfen, öffentlichen Gärten, Belustigungsorten u. s. w. hat das System, schon seiner großen Leistungsfähigkeit wegen, entschieden Berechtigung; ebenso ist, vom rein technischen Standpunkte, das hier zum Ausdrucke kommende Princip beachtenswerth, nämlich die Benützung des Schienenweges zur Verminderung der Reibungswiderstände, womit die Möglichkeit der Massenbeförderung mit verhältnißmäßig geringem Kraftaufwande zusammenhängt.

Die voranstehenden Abbildungen veranschaulichen die Arten der Anwendung der Stufenbahn, sowohl im Straßenniveau, wie als Hoch-, beziehungsweise Tiefbahn. Die Abbildung auf Seite 745 ermöglicht einen Einblick in die Art und Weise, wie die einzelnen Fahrbühnen zu einander angeordnet sind, wie deren Oberbau beschaffen ist und wie der Uebertritt auf die einzelnen Stufen bewerkstelligt wird.

Zu den außergewöhnlichen Constructionen zählt unter anderen auch die sogenannte »Gleitbahn«, deren Urheber der französische Ingenieur Girard ist.



Die Gleitbahn (Turbinen und Wasserausflußapparat).

Verwirklicht wurde diese Idee durch Girard's Schüler und Mitarbeiter, den Ingenieur Barre, der eine Probestrecke der Gleitbahn gelegentlich der Pariser Weltausstellung im Jahre 1889 herstellte und in Betrieb setzte. Wie schon die Bezeichnung dieser Construction andeutet, entbehrt die Gleitbahn der Räder, indem an ihre Stelle »Schuhe« treten, von der Form, wie sie die Abbildungen Seite 747 im Durchschnitt und Grundriß zeigen. Diese Schuhe sind niedrige, sechseckige Büchsen, die mit ihrer offenen, durch Rippen in mehrere Fächer getheilten Seite nach abwärts gekehrt sind. Jeder Wagen erhält 4 bis 6 solcher Schuhe. In der Mitte eines jeden derselben befindet sich ein horizontales Zapfenlager, in welchem ein entsprechend geformter Tragzapfen des Fahrzeuges seine Stütze und Führung findet. Mit seiner unteren Seite ruht der Schuh auf der Oberfläche der breiten flachen Schiene. Da das Princip der Gleitbahn darauf beruht, bei der Fortbewegung den Reibungswiderstand auf ein Minimum zu reduciren, dient die Aushöhlung der Schuhe zur Aufnahme von Wasser. Dasselbe wird mittelst hydraulischem Druck in die Höhlung der Schuhe gepreßt. Nun sind aber die nach innen vorragenden breiten Ränder der Schuhe in mehrfachen Reihen rinnenförmig ausgehöhlt. Durch

den Eintritt des Wassers in die Schuhkammer bei verhältnißmäßig hohem Druck strebt das erstere, unter den auf der Schiene aufliegenden Flächen des Schuhes zu entweichen, was in Folge der Anwesenheit der Rinnen nur ganz allmählich geschehen kann. Die schließliche Wirkung des hydraulischen Druckes, wobei auch die in der Schuhkammer angesammelte Luft in Mitleidenschaft gezogen wird, ist die, daß der Schuh mit der auf ihm ruhenden Last um ein ganz kleines Maß gehoben wird. Dadurch legt sich zwischen Schiene und Schuh eine dünne Schichte Wassers, was eine außerordentliche Verminderung des Reibungswiderstandes zur Folge hat.

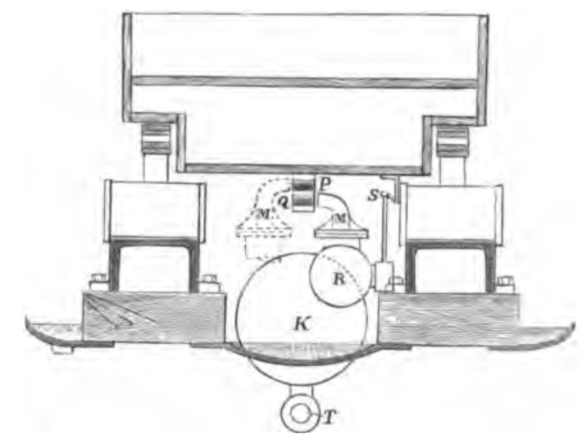
Die Schwierigkeit, welche bei diesem Systeme sich geltend macht, ist also zunächst die, daß der hydraulische Druck genau geregelt ist. Ein Versuch ergab, daß bei einer Belastung von 1000 Kilogramm die in die Schuhkammer unter einem Drucke von zwei Atmosphären gepreßte Wassermenge ungefähr einen Liter für jede Secunde der Fortbewegung betrug. Die zweite Schwierigkeit liegt in der Fahrbahn. Damit sie ihren Zweck erfülle, muß der wasserdichte Zusammenschluß der Schuhe an die Schienen vollkommen sein, was an den Schienenstößen nur durch sorgfältigste Construction zu erreichen ist. Es heißt, daß Barre in befriedigender Weise über diesen heiklen Punkt hinweggekommen sei und auch das Mittel gefunden habe, Ausweichgeleise auszuführen.

Was nun den Bewegungsvorgang selbst anbelangt, basirt derselbe auf nachfolgender Einrichtung: Unter dem Boden jedes Wagens befindet sich eine turbinenartige Vorrichtung mit entsprechend angeordneten gekrümmten Schaufeln, die auf einer gemeinsamen langen Achse sitzen, deren Lage der Längsrichtung des Wagens entspricht. Der Antrieb erfolgt nun dadurch, daß ein Wasserstrahl durch eine selbstthätige Auslösevorrichtung gegen die Turbinenschaufeln wirksam wird. Die Anordnung des Ganzen veranschaulicht die Abbildung auf Seite 749. Hier ist L L_1 die Turbine, M M sind die Wasserausflußapparate, S S die Hebel, welche durch die an dem Wagen angebrachte Auslösevorrichtung bethätigt werden. Es leuchtet ein, daß die Wasserabflußapparate in solchen Entfernungen von einander angeordnet sein müssen, daß mindestens einer derselben die Turbine des in der Bewegung sich befindlichen Wagens erreicht, da anderenfalls letzterer zum Stillstande kommen würde, es wäre denn, man zöge das Beharrungsvermögen in Betracht, das bei dem geringen Reibungswiderstande immerhin in Erwägung zu ziehen ist.

In den vorstehenden Mittheilungen ist indes nur die principielle Seite des Bewegungsmechanismus berührt. Der Leser erkennt sofort, daß die in dieser Weise getroffene Anordnung die Bewegung lediglich nach einer Richtung ermöglicht. Um nun vor- und rückwärts fahren zu können, erhält jeder Wagen eine zweite Turbine, deren Schaufeln im Sinne derjenigen der ersten Turbine in entgegengesetzter Richtung gekrümmt sind. Conform dieser Einrichtung sind auch die Wasserausströmungsapparate doppelt angeordnet. Das Gesammtbild dieser Anordnung veranschaulicht die umstehende Figur, sowie die perspectivische Abbildung auf Seite 748. Man sieht hier die zwischen den Schienen laufenden eisernen Röhren, welche die Aus-

strömungsapparate mit der erforderlichen Menge Wassers versorgen; ferner die sogenannten »Accumulatoren«, das sind eiserne Behälter, welche in angemessenen Entfernungen längs der ganzen Bahn aufgestellt sind und dazu dienen, den »Tender« des Zuges der Gleitbahn mit Wasser zu versorgen, und welches von hier in die Schuhkammern gepreßt wird. Die Speisung des Tenders kann übrigens auch während der Fahrt erfolgen, so daß eine Unterbrechung der letzteren wegen eventuellen Wassermangels ausgeschlossen ist. Schließlich sei noch erwähnt, daß sowohl das gegen die Turbinen getriebene, als aus den Schuhkammern abfließende Wasser in einen Sammelcanal gelangt, um der abermaligen Verwendung zugeführt zu werden.

Die Girard-Barre'sche Gleitbahn hat nicht ermangelt, in maßgebenden Kreisen Beifall zu finden, doch verlautet zur Zeit, obwohl seit den ersten Versuchen fünf



Die Gleitbahn (Sammelcanal).

Jahre verstrichen sind, nichts über die seinerzeit geplanten Unternehmungen. Die Vortheile, welche das System in sich schließt: geräuschlose, ruhige Fahrt, Abwesenheit von Ruß und Dampf, geringe Betriebskraft u. s. w. liegen auf der Hand. Dem entgegen ist aber nicht zu verkennen, daß die Anlagekosten ziemlich hohe sind und das System des Wasserbetriebes an die wärmere Jahreszeit gebunden ist. Außerdem erfordert die exacte Functionirung der ganzen Construction einen peinlichen Ueberwachungsdienst und beständige Reparaturen. Die von Barre angegebenen hohen Geschwindigkeiten, welche zu erreichen wären (bei einem Wasserdrucke von 22 Atmosphären bis 200 Kilometer in der Stunde!) kämen nur im Fernverkehr in Betracht, für den sich dieses System weniger als irgend ein anderes eignet. Wenn wir schließlich noch zugeben, daß der Gleitbahn bei nicht übertriebener Fahrgeschwindigkeit ein hoher Grad von Sicherheit innewohnt, der noch dadurch erhöht wird, daß ein Anhalten des Zuges fast augenblicklich erfolgen kann, so haben wir alle Vor- und Nachtheile des Systemes in objectiver Weise einander gegenübergestellt.

* * *

Es dürfte am Platze sein, am Schlusse dieses der modernen Technik des Eisenbahnwesens gewidmeten Werkes, einen Blick auf die allgemeine Entwickelung der Schienenwege, und zwar im Besonderen derjenigen unseres Erdtheiles, zu werfen. Wie alles Neue, dem ein weitgehender, die Verhältnisse umgestaltender Geist innewohnt, wurde die aus England kommende Nachricht von der Eröffnung des neuartigen Verkehrsmittels auf dem Continente mit sehr getheiltem Interesse aufgenommen. Die Eisenbahnen waren kein Deut ex machina, sondern ein Glied in der Entwickelungsgeschichte des Verkehres überhaupt; daß die Grundlagen zur Einführung, beziehungsweise Ausgestaltung des neuen Verkehrsmittels in den verschiedenen Ländern — sei es nun in politischer oder wirthschaftlicher Beziehung — verschieden waren, liegt auf der Hand.

In England, von dem die Eisenbahnen ausgingen, führte die dort herrschende Gewerbefreiheit zu der ganz zwanglosen Schöpfung von Schienenwegen, die gleich zu Beginn den Stempel ebenso reger als rücksichtsloser Privatspeculation trugen. Man baute die Eisenbahnen nach denselben Gesichtspunkten, wie vorher die Schiffahrtscanäle gebaut wurden. Daher einerseits die oft sinnlose Anlage der neuen Schienenwege in unmittelbarer Nachbarschaft zu einander, anderseits die Aufstellung des Systems der Benützung einer und derselben Eisenbahn von mehreren Unternehmern. Der Staat übte auf diese Verhältnisse so gut wie gar keine Ingerenz aus, von der formalen Bestimmung abgesehen, daß die aufgestellten Projecte innerhalb bestimmter Zeitabschnitte einzubringen waren. Unter dem Gesichtspunkte der freien Concurrenz entwickelte sich daher das englische Eisenbahnnetz rasch und erhielt alsbald eine großartige Ausdehnung, wozu allerdings die beschränkten räumlichen Verhältnisse wesentlich beitrugen. In technischer Beziehung machte sich seit Anbeginn her ein starker conservativer Geist geltend, woraus sich erklärt, daß ersprießliche Neuerungen nach dieser Richtung nicht so rasch Eingang fanden, als man bei einem, für praktische Dinge so empfänglichen Volke vorauszusetzen berechtigt ist. Eine gesetzliche Bestimmung, nach welcher Bahnen nach Ablauf bestimmter Zeitabschnitte dem Staate zufallen, giebt es in England nicht; dagegen ist diesem das Ankaufsrecht nach einer Reihe von Jahren (15, beziehungsweise 21) gewahrt. Ebensowenig kennt man ein staatliches Aufsichtsrecht. Das nach harten Kämpfen errungene Recht der Tarifrevision entsprang vornehmlich den schweren Krisen, in welche eine maßlose Concurrenz die verschiedenen Eisenbahngesellschaften gestürzt hatte. Was diese selbst zu ihrem gemeinschaftlichen Vortheile ins Leben gerufen haben, ist das unter dem Namen »Clearinghouse« bekannte Centralabrechnungssystem, eine Einrichtung von großer administrativer Tragweite.

Erst sieben Jahre nach Eröffnung der ersten Eisenbahn in England — Stockton-Darlington, 1825 — begann sich das Interesse in Frankreich für das neue Verkehrsmittel zu regen. Es blieb geraume Zeit ein blos akademisches, da das Capital sich an Unternehmungen dieser Art nicht heranwagte. So war der Staat gezwungen, wenigstens den ersten Schritt zu unternehmen. Langsam, mehr zögernd

und tappend als zielbewußt, bereiteten die officiellen Kreise das Feld vor. Erst als man so weit war, das öffentliche Interesse erweckt zu haben, wurde zur Anlage der ersten Schienenwege geschritten. Es waren dies die Linien von Straßburg nach Basel (1841) und von Rouen nach Orléans (1843). Dabei blieb es bis über die achtundvierziger Sturmjahre hinaus. Nun erst regten sich die capitalistischen Kreise, es bildeten sich große Gesellschaften, welche nicht nur die bestehenden Linien erwarben und ausbauten, sondern zugleich zwischen den von Paris radialartig auslaufenden Hauptlinien transversale Verbindungen herstellten. Im Anfange überwogen ausschließlich wirthschaftliche Gesichtspunkte; erst nach den Kriegsjahren 1870/71 hielt man sich auch die militärische (strategische) Bedeutung der Schienenwege vor Augen. Seitdem ist diesbezüglich das Versäumte im reichlichsten Maße nachgeholt worden.

Charakteristisch für die wirthschaftliche Seite des französischen Eisenbahnwesens ist die große finanzielle Macht, welche den sechs großen Eisenbahngesellschaften innewohnt. Es ist eine Monopolherrschaft von großer Tragweite (auch in politischer Beziehung), die sich, dank ihrer großen Capitalskraft, zu fast souveräner Selbstständigkeit hinaufschwingen und vor allen Ereignissen der Staatsgewalt schützen konnte. Dieser Sachverhalt hat indes insoferne seine gute Seite, als die Monopolherrschaft sich auch auf die geistige Seite des Eisenbahnwesens erstreckt, und zwar in der Form, daß die technische und administrative Leitung ausschließlich in Händen von Functionären liegt, welche aus der technischen Musteranstalt, die unter dem Namen »Ecole des Ponts et Chaussées« weltbekannt ist, hervorgegangen sind. Diese Pflanzstätte hat dem französischen Eisenbahnwesen unverkennbar ihren Stempel aufgedrückt: stramme, theoretische Schulung, bedeutsamen Ueberschuß an Kenntnissen, Aufwand eines gelehrten Apparates, wie er anderwärts erst viel später in Thätigkeit kam, u. dgl. Ein genialer Autodidactismus, wie er in England zu Zeiten das gesammte Eisenbahnwesen beherrschte, würde sich mit dem scharf ausgeprägten centralistischen Wesen des französischen Geistes als unvereinbar erweisen. Allerdings brachte es die Schematisirung aller Erfahrungen und Studien mit sich, daß dem Doctrinarismus in schädigender Weise Vorschub geleistet wurde. Die Folge hiervon war eine gewisse theoretische Schwerfälligkeit, welche erst in jüngster Zeit durch zahlreiche technische Neuerungen eines überquellenden Erfindungsgeistes paralysirt wurde. Wir brauchen zu diesem Ende nur auf die vielen Einrichtungen hinzuweisen, welche wir in diesem Werke behandelt haben.

In technischer Beziehung unterscheiden sich die französischen Bahnen wenig von den englischen; sie sind die Uebergangsform von diesen zu den deutschen. Die Zahl ausgezeichneter Techniker ist in Frankreich groß; im Tunnelbau waren sie schon sehr früh denen aller übrigen Länder voraus. Unter den Viaducten und Brücken findet man viele großartige Anlagen dieser Art, die Bahnhofsanlagen sind mit allen erdenklichen technischen Hilfsmitteln ausgestattet; die Trennung des Personendienstes von dem Güterdienste ist, wenigstens auf den Hauptlinien, strengstens

durchgeführt. Die Personenstationen sind tief in die Städte hineingeschoben und bilden bezüglich ihrer Anordnung und Ausstattung gewissermaßen den Uebergang von den englischen zu den deutschen Stationen. In neuester Zeit sind in Frankreich vorzügliche Locomotivconstructionen aufgestellt worden, wogegen die Ausstattung der Wagen entschieden hinter derjenigen in Deutschland zurücksteht. Der geringe Unterschied zwischen der zweiten und ersten Wagenclasse bedingt indes eine bessere Ausnützung der letzteren. Auffällig ist, daß für Schnellzüge keine höheren Tarife berechnet werden.

So räumlich nahe Belgien zu Frankreich liegt, nahm das Eisenbahnwesen dortselbst gleichwohl wesentlich andere Formen an als hier. Zunächst war es hier der Staat, welcher sich des neuen Verkehrsmittels bemächtigte. Bei der geringen räumlichen Ausdehnung des Landes, der ausgesprochen industriellen Thätigkeit der Bewohner in hervorragenden, eng an einander gedrängten Centren war der für das Staatsbahnsystem entscheidende Gesichtspunkt ein vorzüglicher. In der Praxis aber trat der fühlbare Uebelstand zu Tage, daß die Centralisirung des Eisenbahnwesens eine gewisse Schwerfälligkeit und Stetigkeit der Formen mit sich brachte, wodurch alsbald ein scharfes Mißverhältniß zwischen dem vorwärts strebenden Geiste in Verkehr und Industrie und den althergebrachten Normen im Eisenbahnwesen entstand. Man ließ deshalb die Privatthätigkeit zu und ist dabei gut gefahren. In technischer Beziehung sind die belgischen Bahnen mehr den englischen als den französischen ähnlich; die großartige Entwickelung der Eisenindustrie und der Kohlenreichthum des Landes gaben der neuen Verkehrsform gewaltige Impulse und so finden wir das kleine, aber dicht bevölkerte Belgien von einem engmaschigen Eisenbahnnetze übersponnen. Die Trennung des Personen- vom Güterverkehre ist hier nicht so consequent durchgeführt wie in England, doch ist auf die diesfälligen Bedürfnisse in ausreichendem Maße Rücksicht genommen. Die neuen Personenbahnhöfe sind sehr stattlich, Gebäude und Hallen architektonisch schön, die räumliche Anordnung zweckmäßig. Die Ausstattung der Personenwagen erinnert an die englischen. Die Maximal-Fahrgeschwindigkeit ist auf ebenen geraden Strecken mit 100 Kilometer normirt, und fahren Güterzüge mit der ansehnlichen Geschwindigkeit von 25 bis 30 Kilometer. Bemerkenswerth ist, daß Belgien die Geburtsstätte des »Dampfomnibus«, aus welchem sich die Dampftramway entwickelte, ist (1876).... Die erste in Belgien dem Verkehr übergebene Bahn war jene von Brüssel nach Malines (1835).

Als man in Deutschland an die Schöpfung von Eisenbahnen dachte, hatte man zwar das englische Vorbild vor Augen, doch zeigte es sich bald, daß die Verhältnisse dort grundverschiedene von den englischen waren. Zunächst war es die politische Zersplitterung, die »Kleinstaaterei«, welche dem deutschen Verkehrsleben schwere Fesseln anlegte. So entstanden bald Privatbahnen, bald Staatsbahnen, Alles ohne System; auf der einen Seite wurde die Concurrenz gefördert, auf der anderen unterdrückt, und so war von leitenden Gesichtspunkten nie und

nirgends die Rede. Selbst bahnbrechende Geister, wie List, Harkort, Denis, Mellin, Kurz u. A. konnten sich von dem herrschenden Geiste nicht losreißen, und wenn auch ihr Verdienst um die Schöpfung der ersten deutschen Schienenwege nicht geschmälert wurde, kann gleichwohl nicht geleugnet werden, daß selbstständiges Denken auf ihrer Seite durch die herrschende Kleinstaaterei nicht gefördert wurde.

Dagegen war die ethnische Individualität des deutschen Stammes von vorneher dazu prädestinirt, der neuen Culturform ein tüchtiges Werkzeug abzugeben. Der stramme germanische Geist bürgte gegen Unzuverlässigkeiten, deutsche Gelehrsamkeit und Gründlichkeit gegen technische und administrative Gebrechen, hochentwickeltes Pflichtgefühl gegen Gefährdung der persönlichen Sicherheit und der allgemeinen Interessen. Nächst England giebt es kein Land, in welchem das Eisenbahnwesen auf einer so großen Summe von individuellen Vorzügen der mit der Ausübung des Eisenbahnbetriebes betrauten Organe beruhte, wie in Deutschland. Pflichtgefühl und Ordnungssinn stehen mindestens hier so hoch wie dort, die Disciplin sicher noch höher. In England setzt man den größten Werth auf Ausnützung der Zeit und der materiellen Reichthümer, welch letztere man möglichst schnell und in großer Quantität außer Landes zu bringen trachtet. In Deutschland treten diese Factoren relativ zurück und kommt anderseits das Bedürfniß größerer individueller Bequemlichkeit bei großer Ordnungsliebe zur Geltung. Der Massenumsatz im Güterverkehr geht weniger rasch, aber mit Anwendung eines peinlichen Formenwesens vor sich. Große Bahnhofsanlagen sind die Regel, da der niedrige Stand der Bodenwerthe solche ausgedehnte Anlagen ermöglicht. Man hält auf geräumige und elegant eingerichtete Bahnhofsräume, stattet die Personenwagen fast luxuriös — luxuriöser als in irgend einem anderen Lande — aus und läßt dem reisenden Publicum die größtmögliche Bequemlichkeit zu Theil werden. Die stramme Organisation des Betriebsdienstes führt allerdings zu einer ziemlich weitgehenden Bevormundung der Passagiere, welche das deutsche Publicum durch seine Unselbstständigkeit zum Theile selbst herbeigeführt hat.

In technischer Beziehung sind die deutschen Eisenbahnen mustergiltig. Charakteristisch ist in dieser Hinsicht die hohe Lage der Bahnlinie im Terrain, wodurch den Damm- und Brückenbauten eine große Rolle zufällt, ferner die ausgedehnten Stationen, die mächtigen Hallen der neuen Centralbahnhofsanlagen. Der Tunnel- und Brückenbau weist Leistungen auf, welchen eine bahnbrechende Bedeutung zukommt, und die Schwarzwaldbahn beweist, daß die deutschen Techniker auch im Gebirgsbahnbau ihre Meister besitzen. Hand in Hand mit der technischen Entwickelung der deutschen Eisenbahntechnik schreitet die Maschinenindustrie, zumal der Locomotivbau. Daß auch der Wagenbau mustergiltige Leistungen zu verzeichnen hat, wurde bereits in dem betreffenden Abschnitte zur Sprache gebracht.... Die geistige Ausgangsstelle der auf deutschem Boden platzgegriffenen technischen Ausgestaltungen der einzelnen Fächer des Eisenbahnwesens sind die periodisch wiederkehrenden Versammlungen der Techniker des Vereines deutscher Eisenbahn-

Verwaltungen. In diesen Versammlungen »spricht der Kern der technischen Intelligenz zu den Verwaltungen«; die bisher erreichten Resultate sind der greifbare Beleg für die Nützlichkeit dieser Einrichtung, denn die Nothwendigkeit der Schöpfung einheitlicher Normen in Bau und Betrieb der Bahnen hat sich weit über die Grenzen Deutschlands hinaus geltend gemacht.

Die erste Locomotivbahn in Deutschland — die Nürnberg-Fürtherbahn — wurde am 7. December 1835 eröffnet; ihr folgte am 24. April 1837 die erste Theilstrecke der Leipzig-Dresdener Bahn, dann kamen der Reihe nach die Berlin-Potsdamer Bahn (29. October 1838), die Linien Braunschweig - Wolfenbüttel (1. December 1838), Mannheim-Heidelberg (März 1840), Magdeburg-Köthen-Halle-Leipzig (August), München-Ulm und Frankfurt-Höchst (Taunusbahn, 1840) u. s. w. Die neueste Zeit brachte die im großartigen Maßstabe durchgeführte Verstaatlichung der Privatbahnen und die technisch-administrative Neuorganisirung des gesammten Eisenbahnsystems als unmittelbare Folge der politischen Einigung des Deutschen Reiches.

Eine eigenartige Stellung in der Geschichte der Eisenbahnen nimmt Oesterreich-Ungarn ein. Hier hat nicht nur die Idee zur Schaffung eines Schienenweges früher als in anderen Ländern des Continentes ihre erste Anregung erhalten, sondern es wurde Oesterreich zugleich die Heimat des ersten Gebirgseisenbahnbaues, ein Ereigniß von epochaler Bedeutung. Schon im Jahre 1807 setzte Fr. R. v. Gerstner in einem Berichte an die österreichische Regierung die Gründe auseinander, welche ihn bestimmten, von der Anlage eines die Moldau und die Donau zu verbindenden Schiffahrtscanals abzusehen und an dessen Stelle die Ausführung eines »Eisenweges« zu empfehlen. Er fand indes taube Ohren. Erst im Jahre 1828 wurde die Pferdeeisenbahn Budweis-Linz eröffnet und ihr folgte 1832 die Eröffnung der von M. Schönerer hergestellten Anschlußstrecke Linz-Gmunden.

Nun wandten sich die Projectanten der Locomotivbahn zu, vorzugsweise angeregt durch die mittlerweile in Deutschland verwirklichte Idee. Der österreichische Conservatismus wehrte sich aber gegen die Neuerung, und als Kaiser Franz im März 1836 das Nordbahnprivilegium unterzeichnete, that er es nur deshalb, »weil sich so etwas ohnehin nicht halten kann«. Gleichwohl erschien bald hierauf ein kaiserliches Cabinetschreiben (25. November 1837), in welchem erklärt wurde, daß die Staatsverwaltung das Recht, selbst Eisenbahnen zu bauen, sich vorbehalte, daß jedoch im gegenwärtigen Zeitpunkte kein Gebrauch davon gemacht werden solle. Die erste Bahnlinie für Locomotivbetrieb wurde am 6. Januar 1838 zwischen Floridsdorf und Wagram eröffnet; demnächst folgten einige Strecken der Wien-Raaberbahn (1841) und die Wien-Gloggnitzbahn (1846).

Die letztere bildete bekanntlich die Ausgangsstrecke der großen Linie Wien-Triest, wobei das Alpengebirge am Semmering überschritten werden sollte. Die Idee eines solchen Unternehmens erschien so abenteuerlich, daß ihr Urheber — Carl Ghega — schwere Kämpfe durchzuführen hatte, ehe er sie verwirklichen

konnte. Am 8. August 1848 wurde mit dem Bau der Strecke Gloggnitz-Payerbach begonnen, alsdann die eigentliche »Semmeringbahn« in Angriff genommen. Trotz der großen Schwierigkeiten, welche sich bei dem damaligen Stande der technischen Hilfsmittel dem Unternehmen entgegenstellten, schritt der Bau dennoch so rasch vor, daß die Linie Gloggnitz-Mürzzuschlag am 17. Juli 1854 für den Gesammtverkehr eröffnet wurde. . . . Bereits zwölf Jahre später (1867) war die zweite Gebirgsbahn, die Brennerlinie, fertiggestellt.

Kein Land Europas — die Schweiz etwa ausgenommen — kann sich mit Oesterreich in Bezug auf die Großartigkeit und Fülle seiner eisenbahntechnischen Kunstbauten messen. Die Entwickelung, welche nach dem Muster der Semmeringbahn das Gebirgseisenbahnwesen genommen, sind weiter nichts als die ausgebildeten Formen des ursprünglichen Typus. Gewisse principielle Fragen, wie beispielsweise die Möglichkeit, große Steigungen mit Adhäsionsmaschinen zu bewältigen, wurden durch den Bau der Semmeringbahn aufgeworfen und gelöst. Bau und Betrieb dieser Bahn hatten das bis dahin in Schablonen erstarrte Eisenbahnwesen mit einer Fülle neuer Ideen und Formen bereichert, wodurch es aus seiner handwerksmäßigen Behandlung in die Sphäre der technischen Kunstleistung emporgehoben wurde.

Minder Günstiges ist in Bezug auf die wirthschaftliche Seite des österreichischen Eisenbahnwesens zu sagen. Während in Deutschland die Consolidirung der Eisenbahnverhältnisse stetig fortgeschritten, griff in Oesterreich-Ungarn zu Beginn der Siebzigerjahre in Folge eines in den Dienst einer faulen Speculation gestelltes überwucherndes Concessionswesen, eine Verwirrung ökonomischer Natur um sich, welche zu schweren Krisen führte. Die große Börsenkatastrophe im Jahre 1873 legte diese Wunde bloß. Nun war der Staat gezwungen, einzugreifen; er leistete Hilfe, so weit es seine beschränkten Mittel gestatteten, und griff zugleich die Idee des Staatsbahnbaues auf. Nach und nach gingen auch solche Bahnen in sein Eigenthum über, welche bereits vor der großen Krisis entstanden waren, sich einer gewissen Prosperität erfreuten, hinterher aber gleichwohl nothleidend wurden. Seitdem hat das Staatsbahnsystem mächtig um sich gegriffen und umfaßt heute einen ausgedehnten Complex von Linien, dessen Verwaltung mit Talent und Gewissenhaftigkeit und strengster Wahrung der wirthschaftlichen Interessen geführt wird.

Was schließlich die übrigen Länder des Continents anbetrifft, können wir uns kurz fassen. Was zunächst die Schweiz anbetrifft, kann von einer eigentlichen Bauthätigkeit vor den Siebzigerjahren nicht gesprochen werden. Die erste dem Verkehr übergebene Linie war jene von Zürich nach Aarau (1844—1847). Den weiteren Anstoß gab der von Jahr zu Jahr anwachsende Fremdenverkehr, der durch ein ausgezeichnetes Straßennetz gefördert wurde. Es war also begründete Aussicht vorhanden, daß auch den zu schaffenden Eisenbahnen der Erfolg nicht versagt bleiben würde. Gleichwohl bedurfte es bei der Natur des Landes noch geraume Zeit, bis an den Ausbau des Schienennetzes geschritten werden konnte,

d. h. bis die Technik der entsprechenden Hilfsmittel theilhaftig wurde, mittelst welcher die sich darbietenden örtlichen Hindernisse überwunden werden konnten. Die Schweiz ist denn auch die Heimat eines charakteristischen eisenbahntechnischen Constructionssystemes: der Gebirgsbahn mit denkbar größten Steigungen, durch welche Höhen bewältigt wurden, auf die bis dahin nur der Bergsteiger und das Saumthier vorzudringen vermochten.

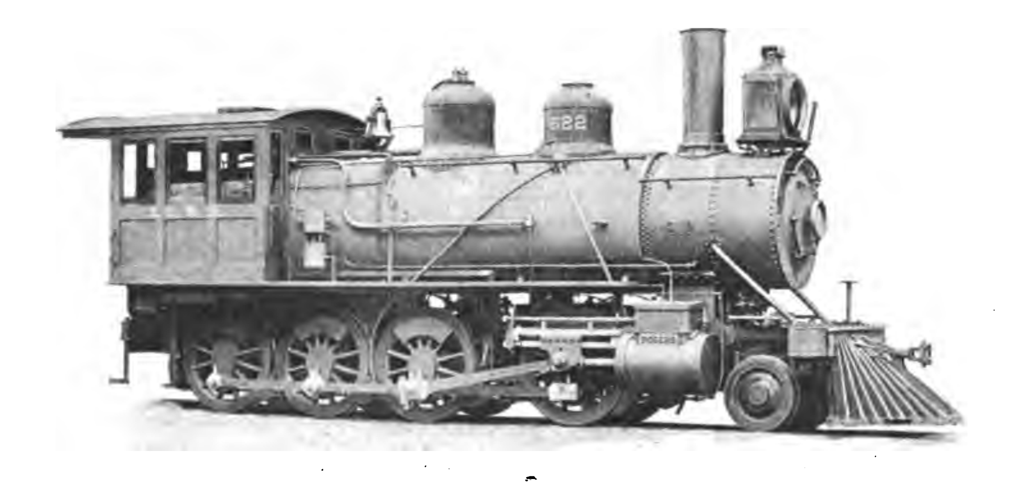
In den südlichen romanischen Ländern — Italien, Spanien und Portugal — nahm das Eisenbahnwesen eine langsame Entwickelung bei fast ausschließlicher Anlehnung an die Vorbilder in den mittlerweile rüstig fortgeschrittenen nord- und mitteleuropäischen Ländern. In Spanien wurden die ersten Bahnen in den Jahren 1848 und 1851, in Italien im Jahre 1853, in Portugal vollends erst im Jahre 1863 gebaut. Mit der Einigung des Reiches nahm das italienische Eisenbahnwesen einheitliche Formen an, doch machte sich gleich bei Beginn ein Schwanken bezüglich der Frage ob Staatsbetrieb oder Privatbetrieb geltend, das sich bis auf den Tag fortsetzte. Charakteristisch ist an diesen Bahnen Weniges, höchstens die durch die günstigen klimatischen Verhältnisse bedingte relative Billigkeit im Bau und Betrieb und die im Volksthum begründete große Leistungsfähigkeit auf Seite der Techniker und Arbeiter. Daß das südländische Naturell Hauptursache des geringen Formenwesens und eines nicht immer exacten Dienstbetriebes ist, erscheint völkerpsychologisch begründet. Man vermißt die von anderwärts her gewöhnte stramme Ordnung und auf Grund der einheimischen Bedürfnißlosigkeit nicht minder die Bequemlichkeit bezüglich der Wagen und Bahnhofsräume — Eigenthümlichkeiten, die in Spanien in noch erhöhtem Grade zu Tage treten.

In den nordischen Ländern ging Norwegen auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens voran, indem es die erste Linie (Christiania-Eidsvold) im Jahre 1854 eröffnete. Schweden eröffnete die Aera der Eisenbahnbaues im Jahre 1856, und mit ihm im gleichen Jahre Dänemark. Auf dem dänischen Festlande folgten indes erst von 1864 die ersten Linien. Charakteristisch für das skandinavische Eisenbahnwesen ist die bemerkenswerthe Ausgestaltung des Schmalspursystems. Die Schmalspurbahnen Schwedens und Norwegens, deren Hauptlinien mitunter die enorme Länge von mehreren hundert Kilometern erreichen, sind so sehr der Bodengestalt des Landes und den allgemeinen Bedürfnissen angepaßt, daß sie in ihrer Art typisch geworden sind und den Verfechtern des Schmalspursystems als Vorbilder dienen.

Rußland erhielt seine erste Eisenbahn in der Linie St. Petersburg-Zarskoje-Selo, welche 1838 eröffnet wurde, blieb aber im Uebrigen aus Mißtrauen gegenüber der »westländischen Neuerung« durch lange Zeit im Rückstande. Charakteristisch für die Auffassung des Wesens der Eisenbahnen in den Augen der russischen Autokratie ist die Schaffung der »breiten Spur«. Damit setzte sich Rußland mit der ganzen übrigen Welt in Widerspruch; die breitere Geleisweite war allerdings militärischen Erwägungen entsprungen, verstieß aber zugleich gegen die Aufgaben des internationalen Verkehrs. Von diesem Sachverhalt abgesehen und in Anbetracht der gewaltigen

räumlichen Verhältnisse hat das russische Eisenbahnwesen immerhin bemerkenswerthe Fortschritte aufzuweisen. Die hiebei maßgebenden Gesichtspunkte sind indes weniger ökonomischer als militärisch-strategischer Natur.

Zuletzt noch einige Worte über die Eisenbahnen der Balkanhalbinsel. Von den Linien Tschernawoda-Küstendsche und Rustschuk-Varna, welche bereits Ende der Fünfzigerjahre fertiggestellt wurden, abgesehen, begann die Aera des Eisenbahnwesens im Jahre 1869, womit die Hauptlinien (Constantinopel-Philippopel und Salonicki-Mitrowitza) festgelegt wurden. Ihren Anstoß erhielten sie durch ausländische Speculation, obwohl das Bedürfniß hierzu auf der Hand lag; einheimischerseits würde es schwerlich befriedigt worden sein. Seit der politischen Neugestaltung auf der Balkanhalbinsel hat das Eisenbahnwesen daselbst neue Impulse erhalten, vornehmlich in Serbien und Bulgarien, wogegen es in Griechenland in schwere Krisen gerieth, die zur Zeit noch andauern. Bemerkenswerthes ist über die Schienenwege dieser Länder nicht zu verzeichnen, da sie sich durchaus den bekannten Formen anschließen.



Nordamerikanische Locomotive (Type »Mogul«).

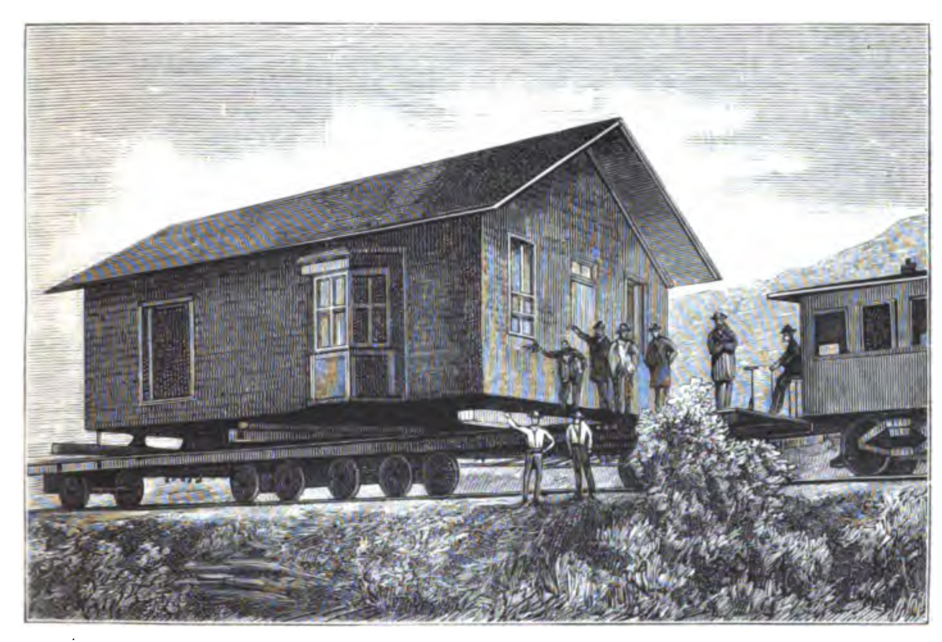
Quellen-Literatur.

1. **A. O. P.** (Anonymus), Ueber die Mittel zur Verminderung der Widerstände bei Eisenbahnzügen. (Mit 57 Textfiguren und 1 Tafel.)
2. — —, Ueber die Zusammenhangbremsen bei Eisenbahnzügen. (Mit 8 Abbildungen.)
3. **Baclé,** Les voies ferrées.
4. **Bauer, Prasch und Wehr,** Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen. (Mit 275 Abbildungen.)
5. **Becker, M.,** Die Absteckung von Straßen und Eisenbahncurven. (Mit Tafel.)
6. **Berlepsch, H. A.,** Die Gotthardbahn; Beschreibendes und Geschichtliches. (Mit einer großen Karte.)
7. **Birk, Fr. A.,** Die Semmeringbahn. Denkschrift zum 25jährigen Jubiläum ihrer Betriebseröffnung. (Mit 7 Holzschnitten und 1 Tafel.)
8. **Blank,** Ueber den Bau der Eisenbahnen in den Vereinigten Staaten von Amerika. (Mit 3 Tafeln.)
9. **Bode,** Die Berliner Stadteisenbahn.
10. **Borkhauser, G.,** Susemihl's Eisenbahnbauwesen.
11. **Brosius, J.,** Erinnerungen an die Eisenbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika. (2. Auflage, mit 63 Holzschnitten und 3 Tafeln.)
12. — —, Illustrirtes Wörterbuch der Eisenbahnmaterialien 2c.
13. — — und **Koch,** Die Schule des Locomotivführers. (Drei Abtheilungen mit über 1000 Abbildungen.)
14. **Buresch, E.,** Der Schutz des Holzes gegen Fäulniß und sonstiges Verderben.
15. **Burkhardt, E.,** Die Störungen des Eisenbahnbetriebes durch Schnee und Eis und deren Beseitigung. (Mit 32 Abbildungen.)
16. **Buschmann, H.,** Beiträge zur Theorie der combinirten Gitter- und Hängebrücken.
17. **Demarteau, A.,** Gedankenlese über die Wichtigkeit des Fairlie'schen Locomotivsystems.
18. **De Serres** und **Battig,** Eiserner Oberbau. (Mit vielen in den Text eingedruckten Holzschnitten und 32 Tafeln.)
19. **Ernst, H.,** und **Gottsleben, E.,** Handbuch für Geleiseanlagen 2c. (Mit 82 Holzschnitten.)
20. **Exner,** Das moderne Transportwesen im Dienste der Land- und Forstwirthschaft.
21. **Fenta, M.,** Der Stations- und Expeditionsdienst 2c. (Mit 3 Figuren und 1 Tafel.)
22. **Feyrer, A. v.,** Der Locomotivbau in den Vereinigten Staaten von Amerika. (Mit 34 Abbildungen und 8 Tafeln.)
23. **Fischer,** Post- und Telegraphie im Weltverkehr.

24. **Frank, E.**, Der Betrieb auf den englischen Eisenbahnen.
25. **Franberger**, Schmalspurige Eisenbahnen in Norwegen.
26. **Fries**, Die Schneewehen und die Mittel, die ersteren unschädlich zu machen.
27. **Goskowski, R. Fr.**, Die Mechanik des Zugsverkehrs auf Eisenbahnen.
28. **Haberer, Th.**, Geschichte des Eisenbahnwesens.
29. **Haushofer, M.**, Eisenbahngeographie.
30. **Helmert**, Die Uebergangscurven für die Eisenbahngeleise.
31. **Heusinger von Waldegg**, Handbuch für specielle Eisenbahntechnik.
32. **Hilf, M.**, Der eiserne Oberbau, System Hilf, für die Eisenbahngeleise &c.
33. **Hoffmann, L.**, Der Langschwellen-Oberbau der rheinischen Eisenbahnen &c.
34. **Hofzug** der kgl. ungar. Staatseisenbahnen, Der. (12 große Lichtpausrisse mit Text.)
35. **Hostmann, W.**, Der Bau und Betrieb der Schmalspurbahnen. (Mit 7 Tafeln.)
36. **Hutzelmann**, Deutschlands erste Eisenbahn.
37. **Kaven, A. v.**, Die Rutschungen und Beschädigungen der Böschungen der Erdbauten bei Eisenbahnen und Straßen. (Mit 21 Tafeln.)
38. — —, Vorträge über Eisenbahnbau &c.
39. **Kemmann, G.**, Der Verkehr Londons mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen. (Mit Textabbildungen und Plänen.)
40. **Koch, R.**, Lehrbuch des Eisenbahn-, Maschinen- und Werkstättendienstes &c.
41. **Könyves Tóth, M.**, Tunnelbau im Allgemeinen und über die Ursachen der Deformationen bei Tunnelmauerungen. (Mit 2 Tabellen und 3 Tafeln.)
42. **Kohlfürst, L.**, Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen und das Signalwesen. (Mit 130 Abbildungen.)
43. — —, Die Fortentwickelung der elektrischen Eisenbahneinrichtungen. (Mit 106 Abbild.)
44. — —, Ueber Blocksignale. (Mit Abbildungen.)
45. — —, Ueber elektrische Distanzsignale für Eisenbahnen. (Mit Abbildungen.)
46. **Kosak, G.**, Katechismus der Einrichtung und des Betriebes der Locomotiven. (3. Auflage, mit zahlreichen Holzschnitten und 4 Tafeln.)
47. **Krämer, J.**, Die elektrische Eisenbahn bezüglich ihres Baues und Betriebes.
48. **Kramer, P.**, Der Maschinendienst auf der Eisenbahn. (Mit 5 Tabellen.)
49. **Kupka, P. F.**, Die Verkehrseinrichtungen in den Vereinigten Staaten von Amerika.
50. **Lazarini, O. v.**, Baukosten der Eisenbahnen.
51. **Leuschner, G.**, Berechnung von Bahnhofgeleisen. (Mit 58 Figuren auf 9 Tafeln und 2 Arbeitsplänen mit 8 Constructionen.)
52. **Loewe, F.**, Der Schienenweg der Eisenbahnen. (Mit 142 Abbildungen.)
53. **Lorenz, A.**, Tunnelbau mit Bohrmaschinenbetrieb.
54. **Marggraff**, Die Vorfahren der Eisenbahnen.
55. **Nördling, W. v.**, Stimmen über schmalspurige Eisenbahnen.
56. **Paulus, R.**, Der Eisenbahnoberbau in seiner Durchführung auf den Linien der k. k. priv. Südbahn-Gesellschaft. (2. Auflage, mit 22 Holzschnitten und 14 Tafeln.)
57. **Perles**, Handbuch des landwirthschaftlichen Transportswesens.
58. **Pinzger**, Die geometrische Construction von Weichenanlagen für Eisenbahngeleise. (2. Auflage.)
59. **Pontzen, E.**, Das Eisenbahnwesen in den Vereinigten Staaten von Amerika. (Mit 23 Abbildungen und 18 Tafeln.)
60. — —, Hölzerne Brücken unter besonderem Hinweise auf amerikanische Gerüstbrücken. (Mit Tafel.)
61. — —, Schneeschutzvorkehrungen auf amerikanischen und europäischen Eisenbahnen. (Mit 3 Tafeln.)

62. **Prasch, A.,** Handbuch des Telegraphendienstes der Eisenbahnen. (**Mit 117 Abbildungen.**) Siehe auch unter Nr. 4.
63. **Prenninger, C.,** Der Bau der Arlbergbahn. (Mit Tafeln.)
64. **Pressel, W.,** Ventilation und Abkühlung langer Alpentunnels. (Mit Tafeln.)
65. **Proske, L.,** Einrichtungen zur Sicherung des durchgehenden Zugsverkehres.
66. **Radinger, J.,** Ueber Dampfmaschinen mit hoher Kolbengeschwindigkeit.
67. **Rebhann,** Theorie des Erdbruckes und der Futtermauern.
68. **Reitler, M. A.,** Der vereinfachte Eisenbahndienst und Vorschläge **behufs Vereinfachung** und Verbesserung des Personen- und Gütertransportdienstes.
69. **Riedler, A.,** Brandt's hydraulische Gesteinsbohrmaschine 2c. (**Mit 7 Textfiguren und** 7 Tafeln.)
70. **Röll, Dr. V.,** Encyklopädie des gesammten Eisenbahnwesens. (**Reich illustrirt, zahlreiche** Tafeln.)
71. **Rumschöttel.** Ueber die Stadtbahnen in Amerika. (Mit 4 Tafeln.)
72. **Rünnenbaum, A.,** Die Waldeisenbahnen.
73. **Sack, J.,** Die Verkehrstelegraphie mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Praxis.
74. **Schlagintweit, R. v.,** Die amerikanischen Eisenbahneinrichtungen. (**Mit Abbildungen.**)
75. — —, Die Santa Fé- und Süd-Pacificbahn in Nordamerika. (**Mit Karten und zahlreichen** Abbildungen.)
76. **Schwabe, H.,** Ueber Anlage secundärer Eisenbahnen in Preußen.
77. — —, Ueber das englische Eisenbahnwesen; Reisestudien.
78. **Schreiber, J. F.,** Das Tarifwesen der Eisenbahnen.
79. — —, Die Eisenbahnen als öffentliche Verkehrseinrichtungen und ihre Tarifpolitik.
80. **Schubert, E.,** Bahnwärter-Katechismus. (3. Auflage.)
81. — —, Schneewehen und Schneeschutzanlagen. (Mit 51 Figuren im Text und 7 Tafeln.)
82. — —, Weichensteller-Katechismus. (2. Auflage.)
83. **Simon, H.,** Das Fairlie-Locomotivsystem.
84. **Sonnenschein, F.,** Das Localbahnwesen in Oesterreich.
85. **Stans, A.,** Theorie und Praxis des Eisenbahngeleises. (Mit Textfiguren und Tafeln.)
86. **Steiner, Fr.,** Bilder aus der Geschichte des Verkehrs. (**Mit 33 Abbildungen.**)
87. — —, Ueber Brückenbau in den Vereinigten Staaten von Amerika. (**Mit 97 Abbildungen** und 13 Tafeln.)
88. **Streng, H.,** Altes und Neues aus der Eisenbahnstatistik.
89. **Stürmer,** Geschichte der Eisenbahnen.
90. **Supplementbände** des Organs für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.
91. **Targé,** Ueber Schneeverwehungen auf Eisenbahnen und Mittel dawider.
92. **Tilp E.,** Der praktische Maschinendienst im Eisenbahnwesen.
93. — —, Handbuch der allgemeinen und besonderen Bedingnisse für Leistungen und Lieferungen im Eisenbahnwesen.
94. **Weber, M. M. v.,** Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen.
95. — —, Der Eisenbahnbetrieb durch lange Tunnels 2c. (Mit 7 Tafeln.)
96. — —, Die Individualisirung und Fortentwickelbarkeit der Eisenbahnen.
97. — —, Die Praxis des Baues und Betriebes der Secundärbahnen mit schmaler und normaler Spur 2c.
98. — —, Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngeleise.
99. — —, Nationalität und Eisenbahnpolitik.
100. — —, Neue Pfade der Volkswirthschaft. Die Secundärbahnen 2c.
101. — —, Normalspur und Schmalspur.
102. — —, Privat-, Staats- und Reichsbahnen.

103. **Weber, M. M. v.**, Die Schule des Eisenbahnwesens (4. Auflage, bearbeitet von R. Koch u. A., mit 170 Textabbildungen.)
104. **Wehrmann**, Reisestudien über Anlage und Einrichtungen der englischen Eisenbahnen 2c. (Mit Tafeln.)
105. **Weichs, F. v.**, Das Localbahnwesen, seine Organisation und Bedeutung für die Volkswirthschaft.
106. **Weil, H.**, Der Transportsdienst der Eisenbahnen.
107. **Weishaupt, Th.**, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen 2c.
108. **Winkler, E.**, Vorträge über Eisenbahnbau.
109. **Zetsche, K. E.**, Handbuch der Telegraphie. (Mit mehreren hundert Abbildungen.)
110. **Ziffer, E. A.**, Ueber Feldeisenbahnen. (In der Zeitschrift »Stahl und Eisen«. Mit Tafeln.)



Transport eines kleinen hölzernen Stationsgebäudes (Amerika).



Verzeichniß der Abbildungen.

Vollbilder.

Abbildungen im Text.

Allgemeine Uebersicht.

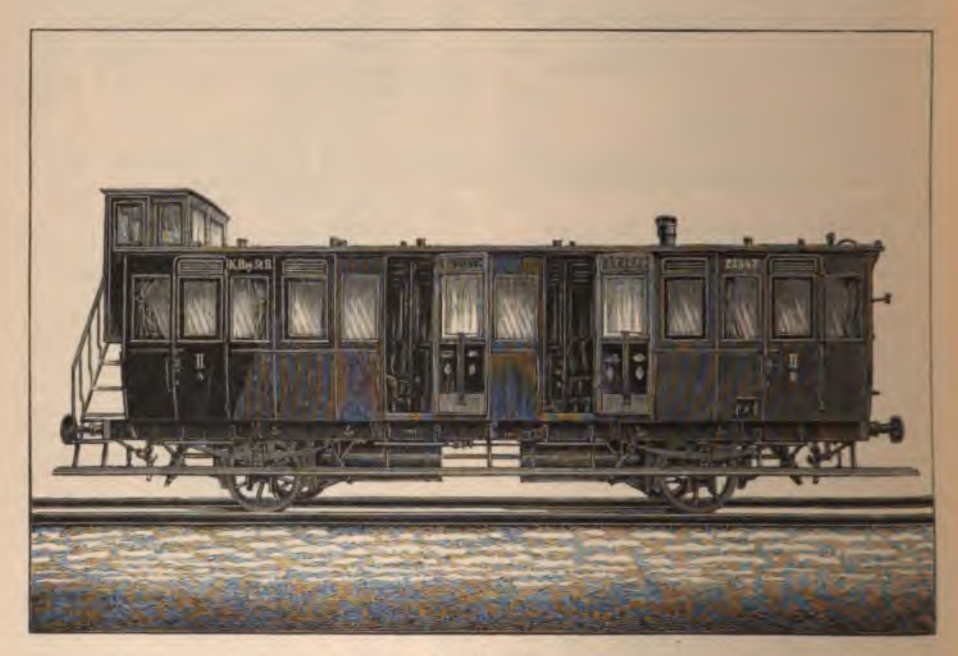
Erster Abschnitt: Der Schienenweg.

Zweiter Abschnitt: Die Eisenbahnfahrzeuge.

Dritter Abschnitt: Die Stationen und das Signalwesen.

Vierter Abschnitt: Betrieb und Bahnschutz.

Fünfter Abschnitt: Eisenbahnen niederer Ordnung. — Außergewöhnliche Constructionen.



Coupéwagen.

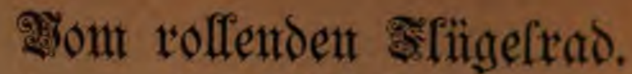
Register.

Lieferung. 30 Kr. (60 h) — 50 Pf.



1. Lieferung. 30 Kr. (60 h) = 50 Pf.





Vom rollenden Flügelrad.

Darstellung
der
Technik des heutigen Eisenbahnwesens
von

A. v. Schweiger-Lerchenfeld.

Mit ca. 300 Abbildungen, darunter zahlreichen Vollbildern.

In 25 Lieferungen
à 30 Kr. (60 h) = 50 Pf. = 70 Cts.
= 30 Kop.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest u. Leipzig



Long's Distanzsignal
(elektrisch betriebener Semaphor).

Keine der vielen aus dem modernen Culturleben hervorgegangenen Institutionen ist so innig mit unseren Bedürfnissen — seien sie nun ideelle oder materielle — verwachsen, als das Verkehrswesen. Dem nachgekommenen Geschlechte ist es ganz unmöglich, sich in eine Zeit zurückversetzt zu denken, in welcher der Austausch der Güter und Gedanken, behindert durch Raum und Zeit, mit einer Schwerfälligkeit sich vollzog, für die wir nur ein mitleidiges Lächeln haben. Den potencirtesten Ausdruck in Bezug auf Raschheit und Vielgestaltigkeit der das Culturleben durchpulsenden Bewegung findet das Verkehrswesen in den Eisenbahnen. In ihnen verkörpert sich zugleich ein außergewöhnlicher Aufwand von theoretischem Wissen und praktischem Können, eine großartige Ausnützung der Naturkräfte sowohl in Bezug auf ihre Einzelwirkungen als rücksichtlich ihrer Combinirung, je nach Maßgabe der zu lösenden Aufgaben oder zu überwindenden Hindernisse.

Wenn die Eisenbahnen als Verkehrsmittel gewissermaßen der Lebensnerv unserer hastigen, die räumlichen Verhältnisse nivellirenden Zeit sind, treten sie anderseits als Object der Ingenieurwissenschaften so eigenartig, in sich selbst abgeschlossen und der Allgemeinheit in wahrnehmbaren Formen erkennbar vor Augen, daß sie nothwendigerweise die Aufmerksamkeit auf sich lenken. Kein Wunder also, daß sowohl die Entwickelung dieses wichtigen technischen Zweiges, sowie alle damit verbundenen



Achard'sche elektrische Bremse.

Prospect.

Vom rollenden Flügelrad.

Darstellung der Technik des heutigen Eisenbahnwesens.

Von

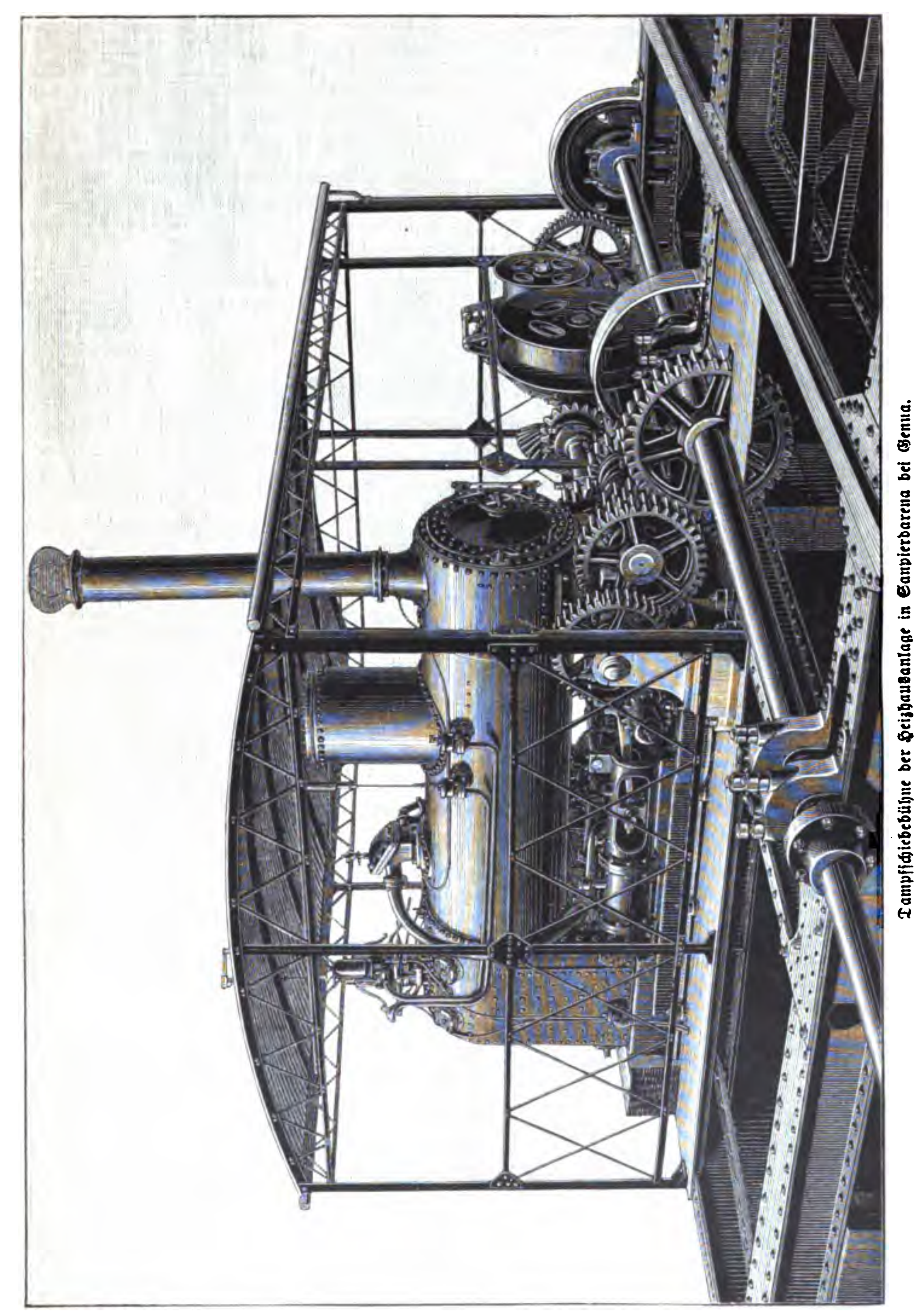
Amand Freih. v. Schweiger-Lerchenfeld.

(Text umstehend.)



Inneres des Salonwaggons des Großherzogs von Oldenburg.

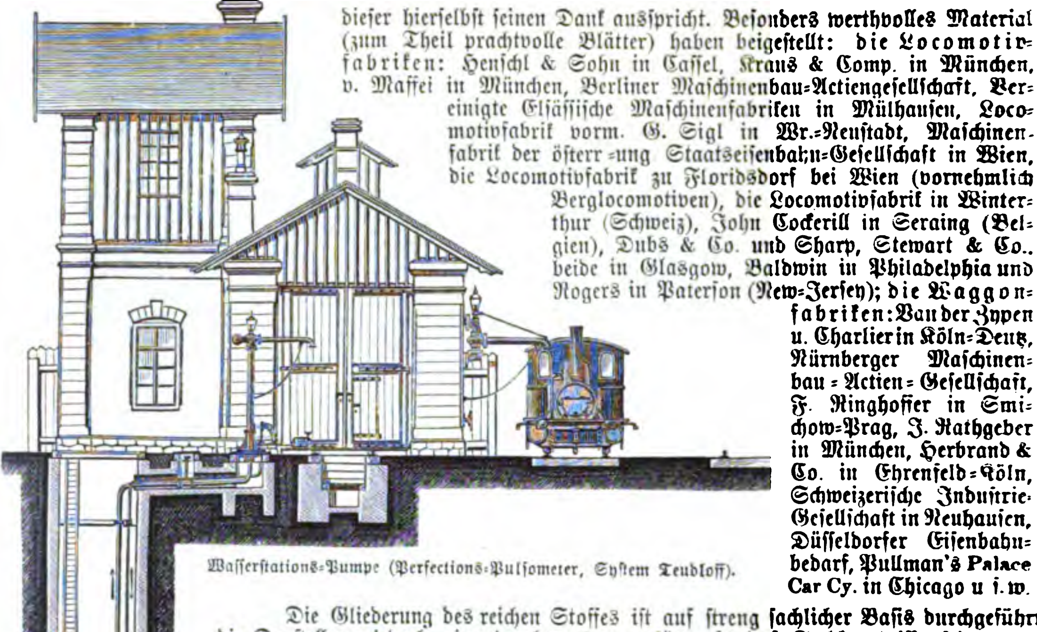
„Vom rollenden Flügelrad."



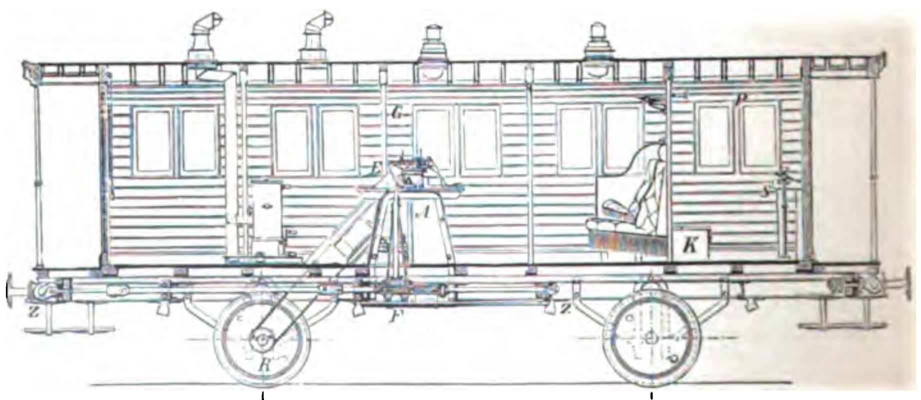
Dampfschiebebühne der Heizhausanlage in Sanpierdarena bei Genua.

Illustrationsprobe.

dieser hierselbst seinen Dank ausspricht. Besonders werthvolles Material (zum Theil prachtvolle Blätter) haben beigestellt: die Locomotivfabriken: Henschl & Sohn in Cassel, Kraus & Comp. in München, v. Maffei in München, Berliner Maschinenbau-Actiengesellschaft, Vereinigte Elsässische Maschinenfabriken in Mülhausen, Locomotivfabrik vorm. G. Sigl in Wr.-Neustadt, Maschinenfabrik der österr.-ung. Staatseisenbahn-Gesellschaft in Wien, die Locomotivfabrik zu Floridsdorf bei Wien (vornehmlich Berglocomotiven), die Locomotivfabrik in Winterthur (Schweiz), John Cockerill in Seraing (Belgien), Dubs & Co. und Sharp, Stewart & Co., beide in Glasgow, Baldwin in Philadelphia und Rogers in Paterson (New-Jersey); die Waggonfabriken: Van der Zypen u. Charlier in Köln-Deutz, Nürnberger Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, F. Ringhoffer in Smichow-Prag, J. Rathgeber in München, Herbrand & Co. in Ehrenfeld-Köln, Schweizerische Industrie-Gesellschaft in Neuhausen, Düsseldorfer Eisenbahnbedarf, Pullman's Palace Car Cy. in Chicago u. s. w.

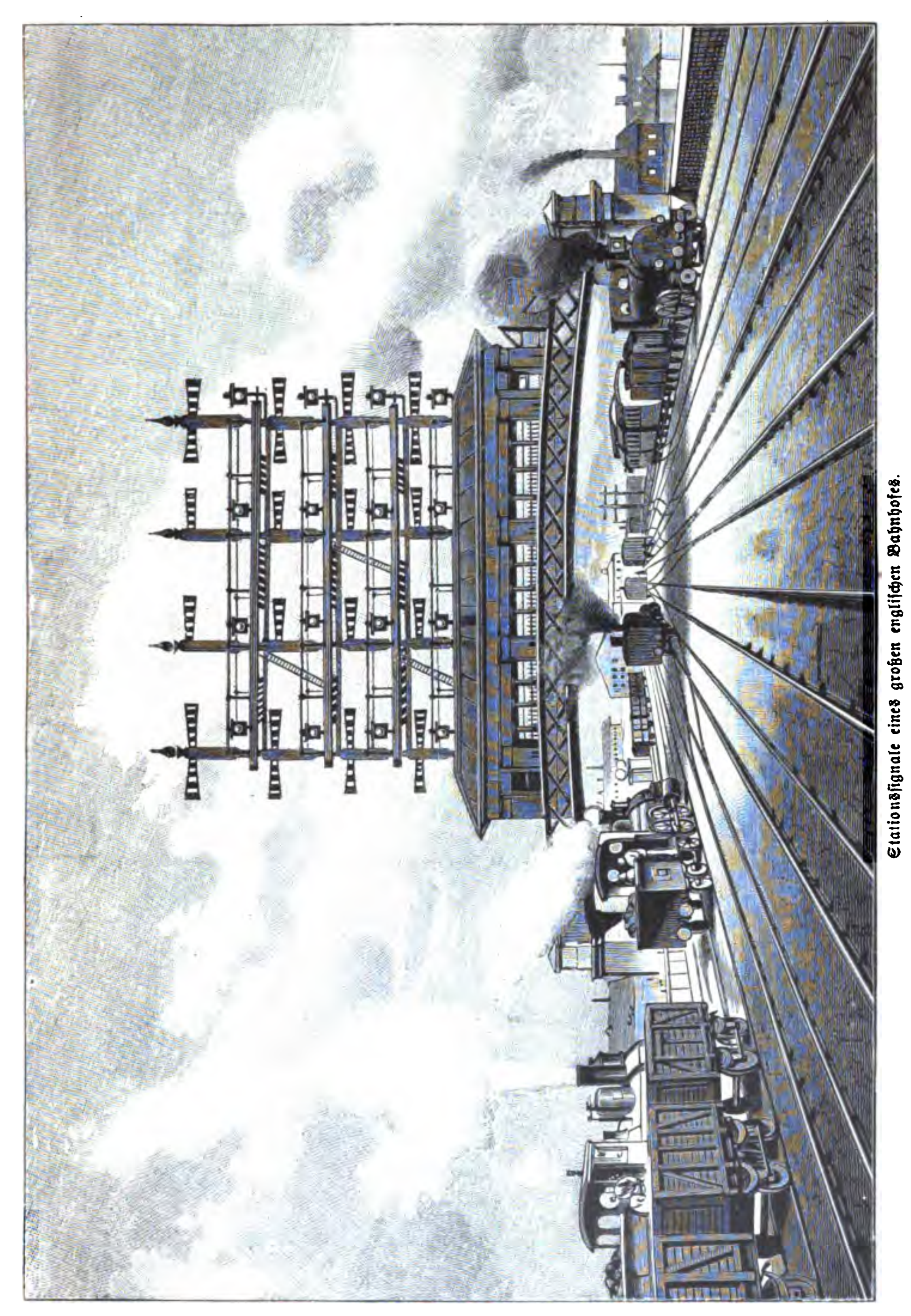

Wasserstations-Pumpe (Perfections-Pulsometer, System Teudloff).

Die Gliederung des reichen Stoffes ist auf streng sachlicher Basis durchgeführt, die Darstellung jedoch eine durchwegs populäre, so daß Fachkenntnisse seitens des Lesers nur insoweit vorausgesetzt werden, als selbe zum Verständnisse technischer Dinge unbedingt nothwendig sind. Die »Allgemeine Uebersicht« vermittelt eine vorausgehende Orientirung über die Entwickelung der Technik des Eisenbahnwesens bis zu ihrer dermaligen Höhe, woran sich die Eintheilung der Eisenbahnen nach Maßgabe der ihnen zufallenden Aufgabe und nach dem Grade der ihnen zukommenden Leistungsfähigkeit anschließt. Der nächstfolgende Hauptabschnitt des Werkes beschäftigt sich in eingehender Weise mit der Anlage der Eisenbahnen, dem Unterbau — mit seinen drei Hauptmomenten als Erdbau, Tunnel- und Brückenbau — ein weiterer Hauptabschnitt mit dem Oberbau, den einzelnen Systemen desselben, der Anlage der Geleise und Weichen (Centralweichensystem), der Construction der Drehscheiben und Schiebebühnen. Von besonderem Interesse ist der nächstfolgende Abschnitt, welcher die Eisenbahnfahrzeuge behandelt, indem die trefflichen Ausführungen durchwegs von einer großen Zahl von Locomotiv- und Waggontypen, welche nach vorzüglichen Original-Photographien hergestellt wurden, begleitet sind. Die Reichhaltigkeit des Gebotenen wird weiterhin ergänzt durch sehr eingehende und durch zahlreiche Abbildungen und Figuren beleuchtete Mittheilungen über Stationsanlagen und Signaleinrichtungen, über die Bewegung der Züge (Fahrdienst), Betriebsstörungen und Katastrophen, woran sich ein Schlußcapitel über Stadt-, Industrie-, Feld- und Militärbahnen anschließt, so daß der Leser ein vollständiges Bild von der gegenwärtigen Ausgestaltung des Eisenbahnwesens, seinen ingeniösen Einrichtungen und reichen technischen Hilfsmitteln gewinnt.



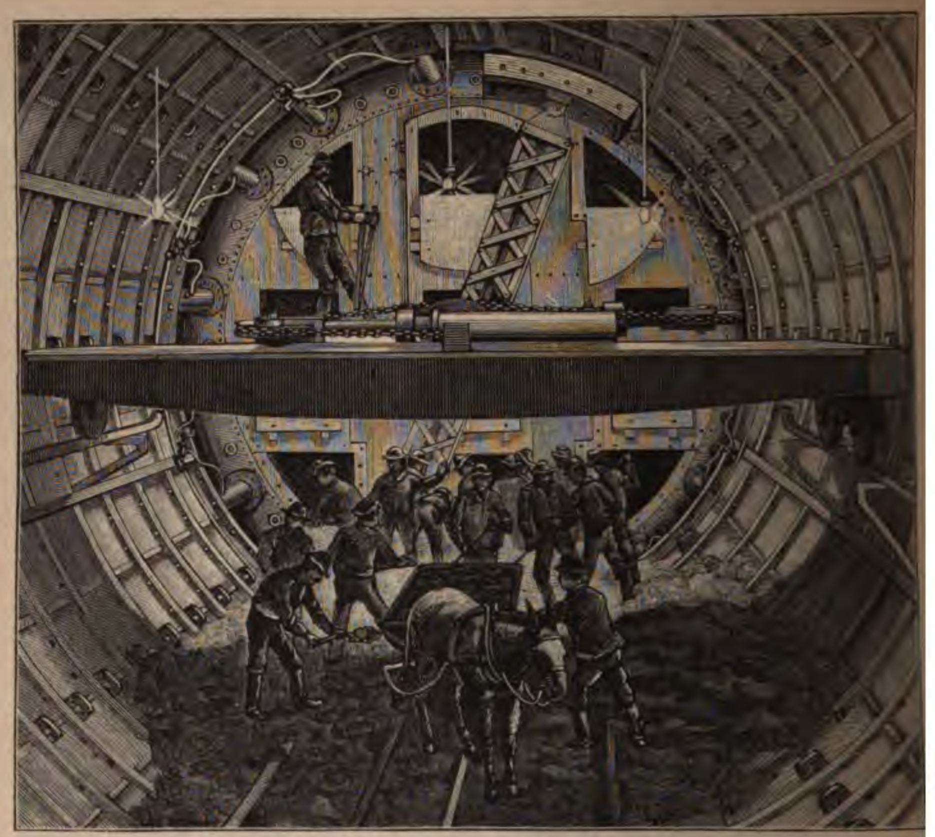
Meßwagen mit dem Control-Apparat zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit.

„Vom rollenden Flügelrad.“



Stationssignale eines großen englischen Bahnhofes.

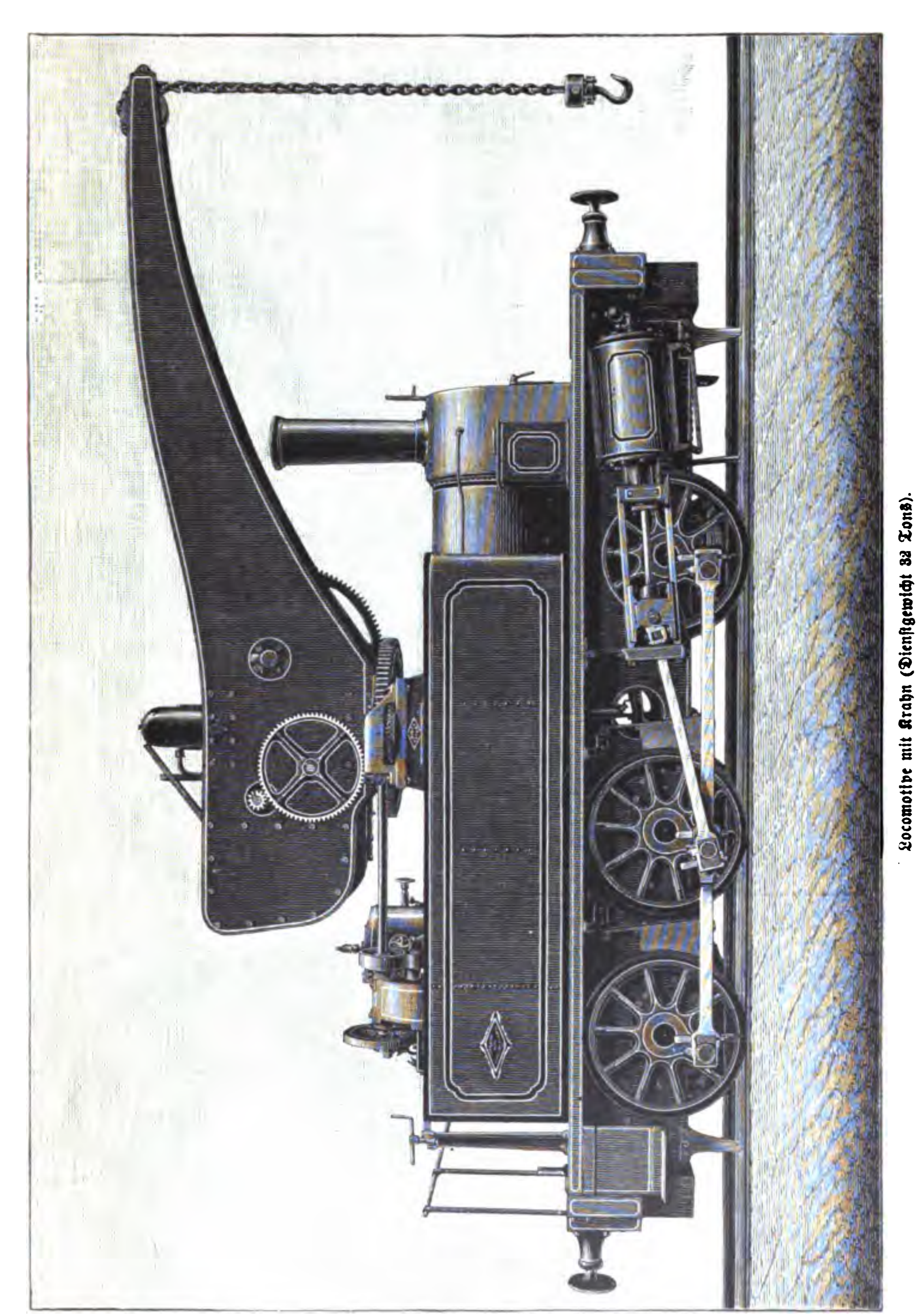
Illustrationsprobe.



A. E. Beach's hydraulischer Schirm beim Baue des Hudsontunnels.

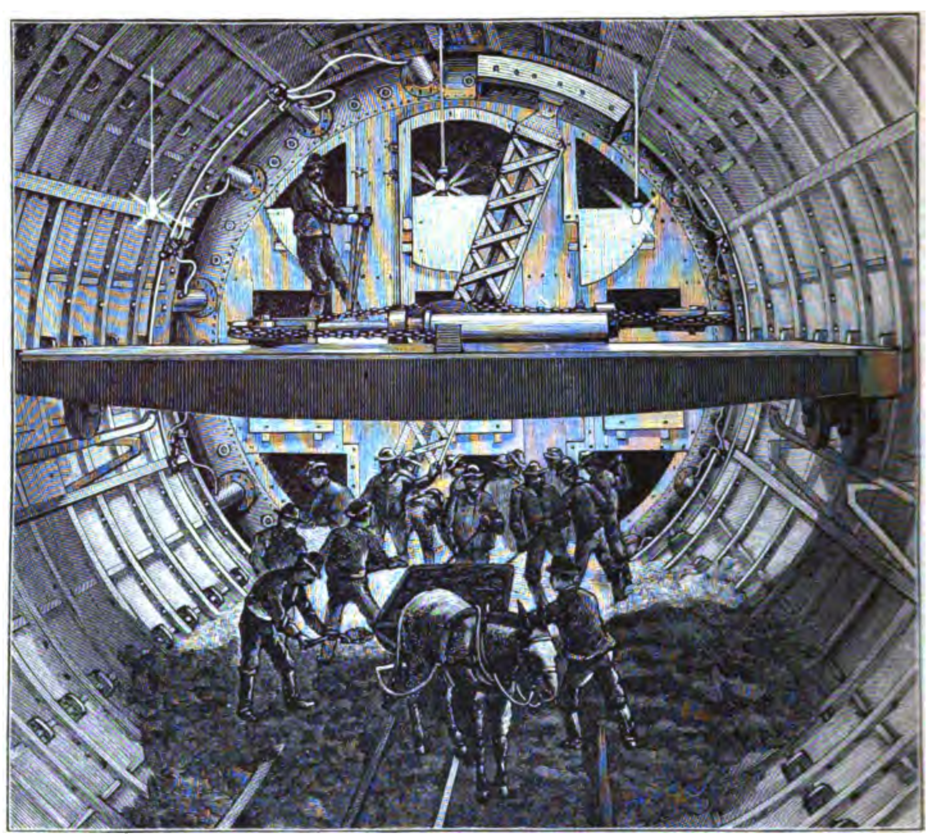
Druck von Friedrich Jasper in Wien.

„Vom rollenden Flügelrad.“



Locomotive mit Krahn (Dienstgewicht 32 Tons).

Illustrationsprobe.



A. E. Beach's hydraulischer Schirm beim Baue des Hudsontunnels.

...ck von Friedrich Jasper in Wien.

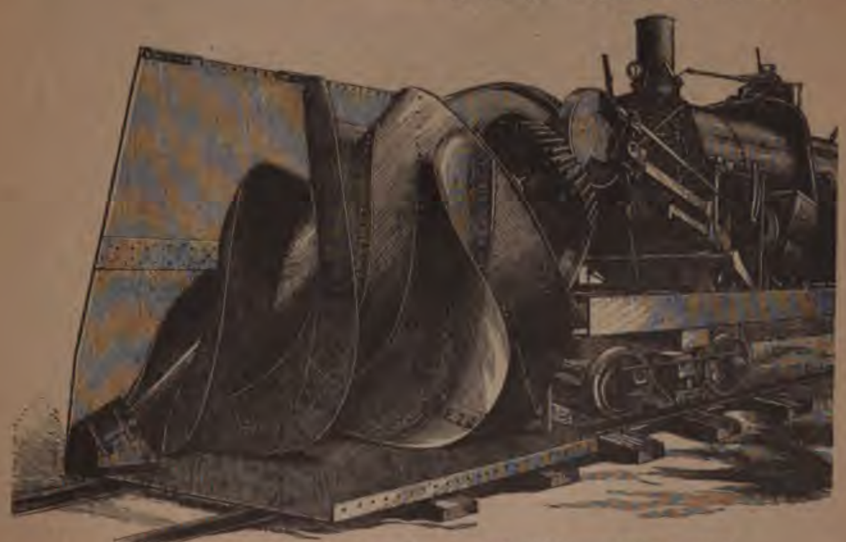
Fortschritte, welche mit den Interessen des öffentlichen Lebens inniger in Wechselwirkung stehen, als irgend ein anderer Zweig der praktischen Wissenschaften, jeden Einzelnen nach Maßgabe des Verständnisses, das er diesen Dingen entgegenbringt, nachhaltig beschäftigen. Mit den Eisenbahnen und ihren Einrichtungen kommt Jeder sozusagen Tag für Tag theils activ, theils passiv in Berührung.

Demgemäß darf ein Werk, welches sich die Aufgabe gestellt hat, dem gebildeten Leser über die vielerlei Elemente des Eisenbahnwesens — vom Bau der Schienenwege angefangen bis zu der äußerst complicirten Maschinerie eines großen Betriebes — anschaulich geschrieben und durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, vor Augen zu führen, auf Theilnahme und Interesse rechnen.

Ueber die Reichhaltigkeit des Gebotenen giebt das umstehende Inhaltsverzeichniß Aufschluß.



Fundirung eines Pfeilers der Forthbrücke.



Mechanismus des Schneepfluges von Orange Jull. (Nach einer Photographie.)

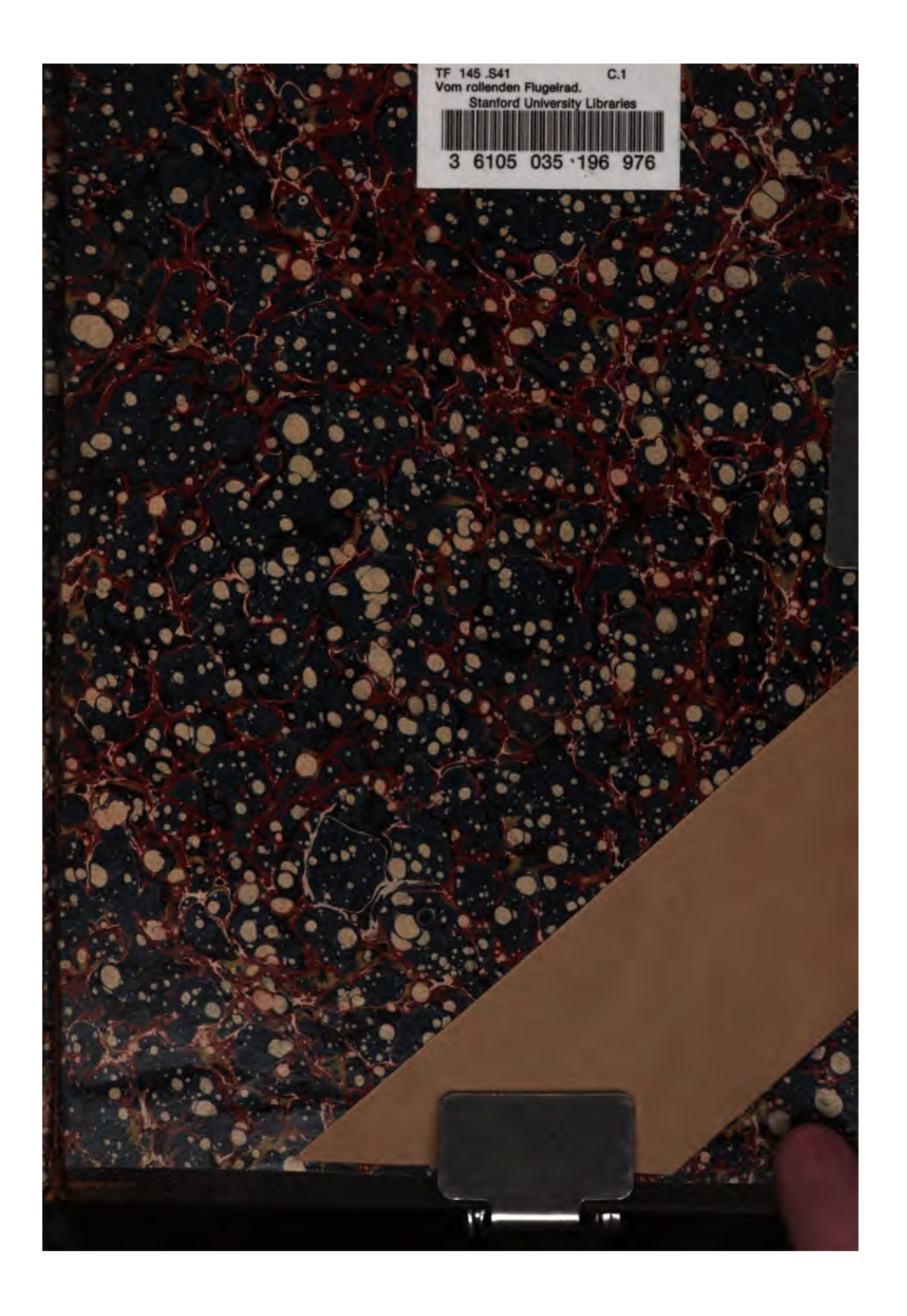
25. Lieferung (Schluß). 30 Kr. (60 h) — 50 Pf.



Druck von Friedrich Jasper in Wien.



To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below
10M—6-48



TF 145 .S41 C.1
Vom rollenden Flugelrad.
Stanford University Libraries
3 6105 035 196 976

